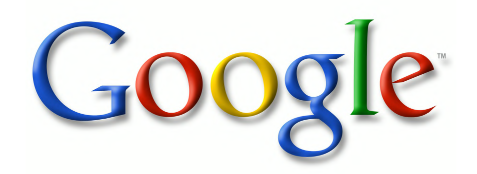
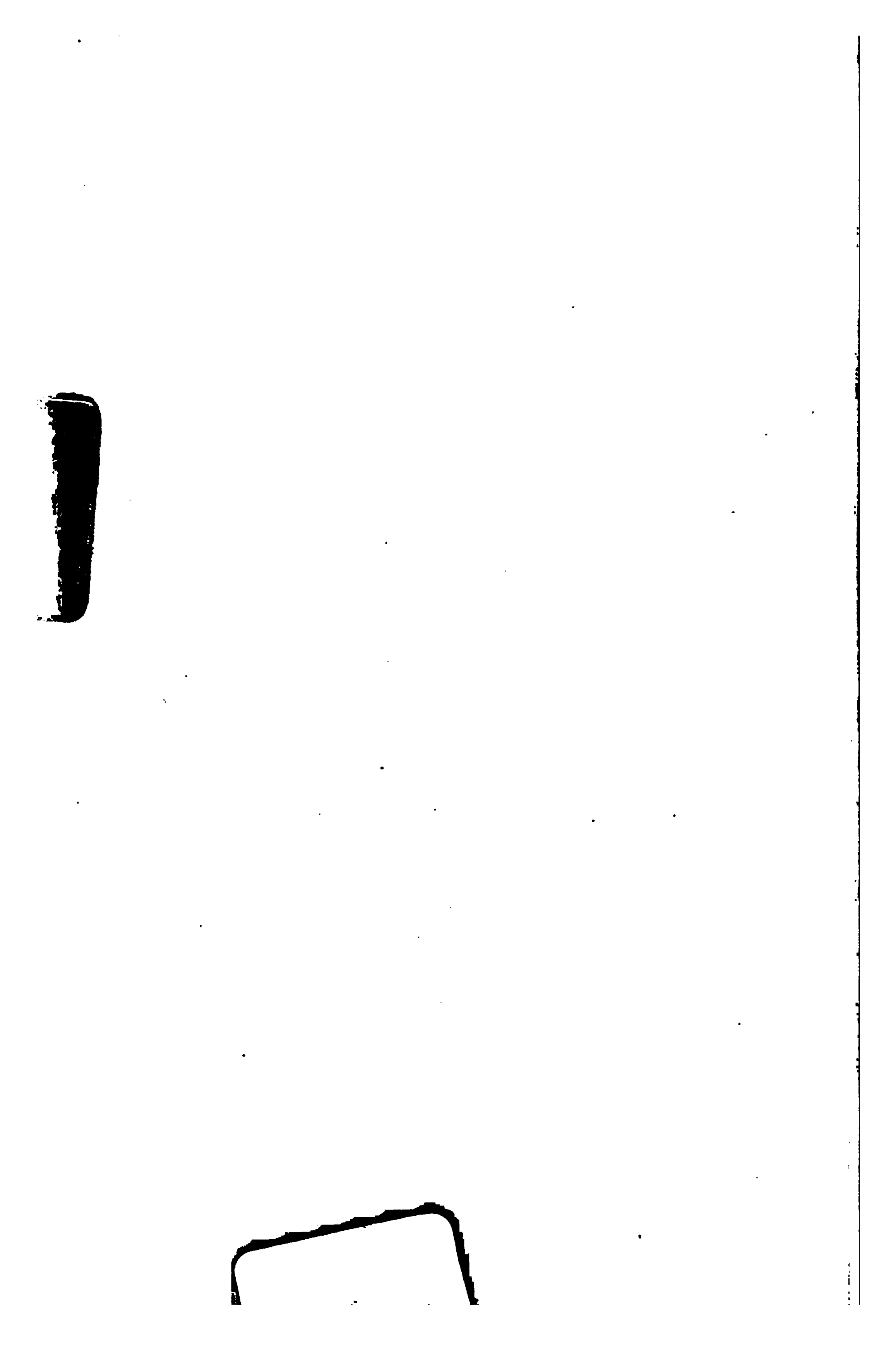
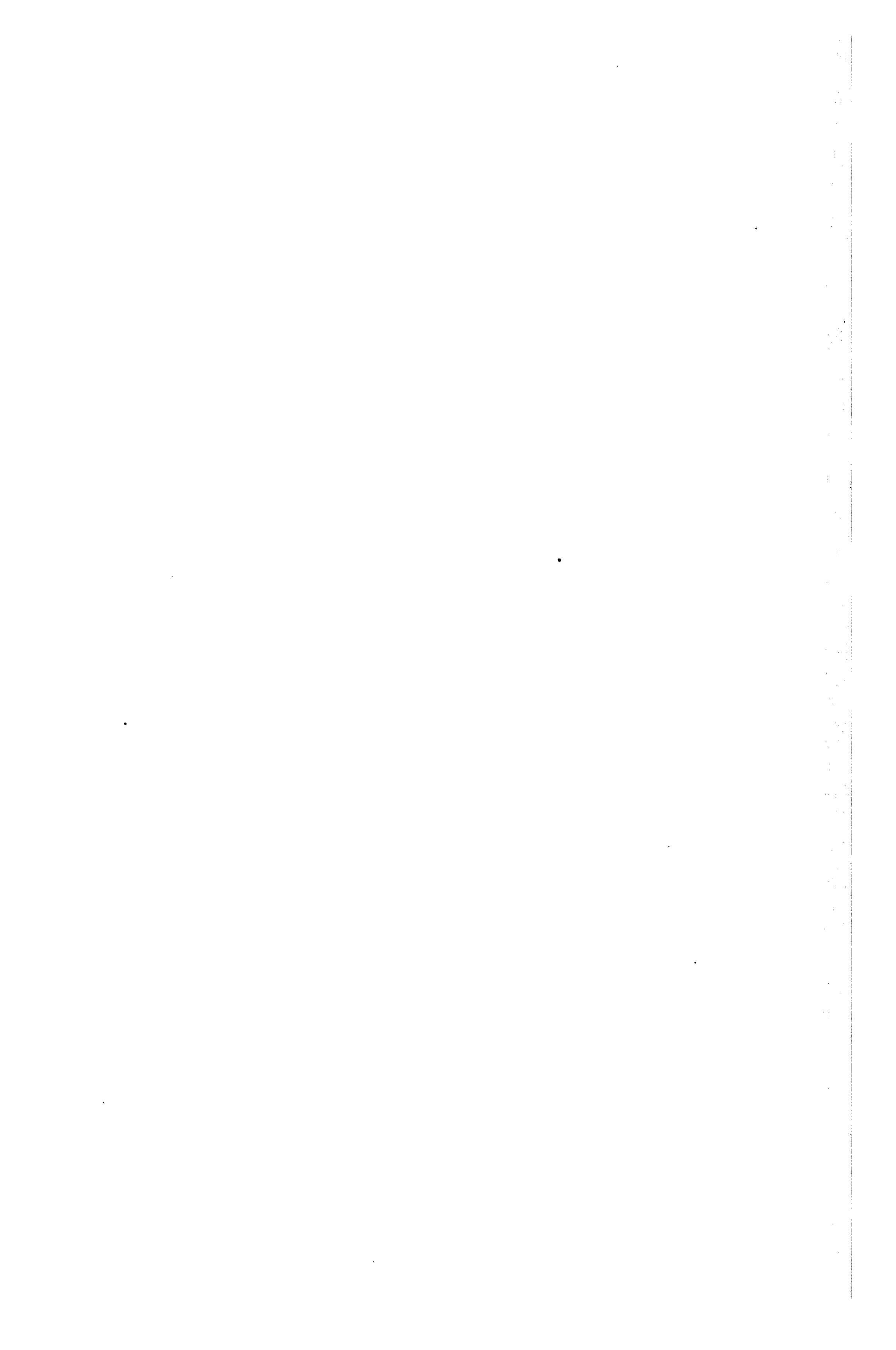
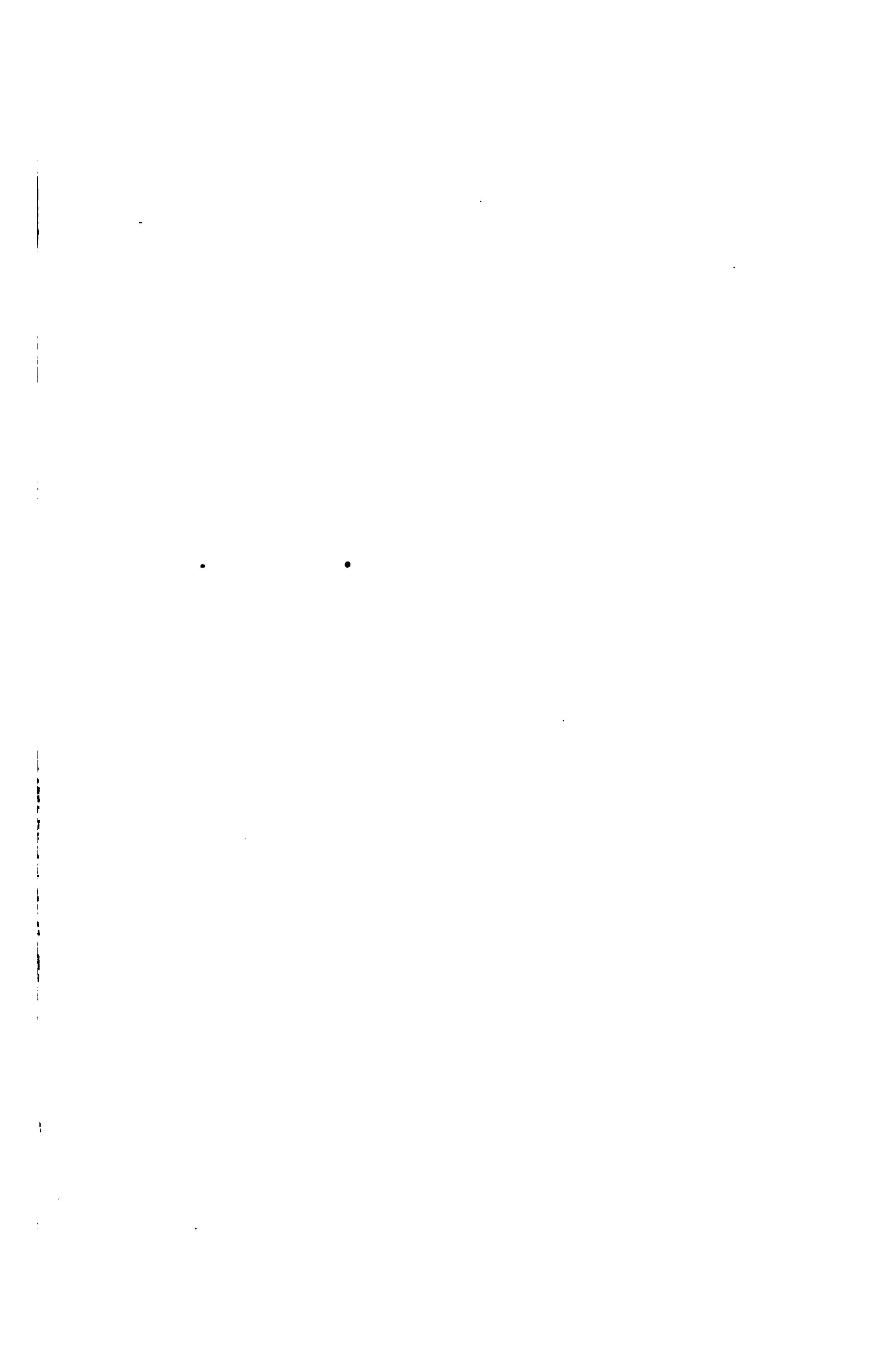
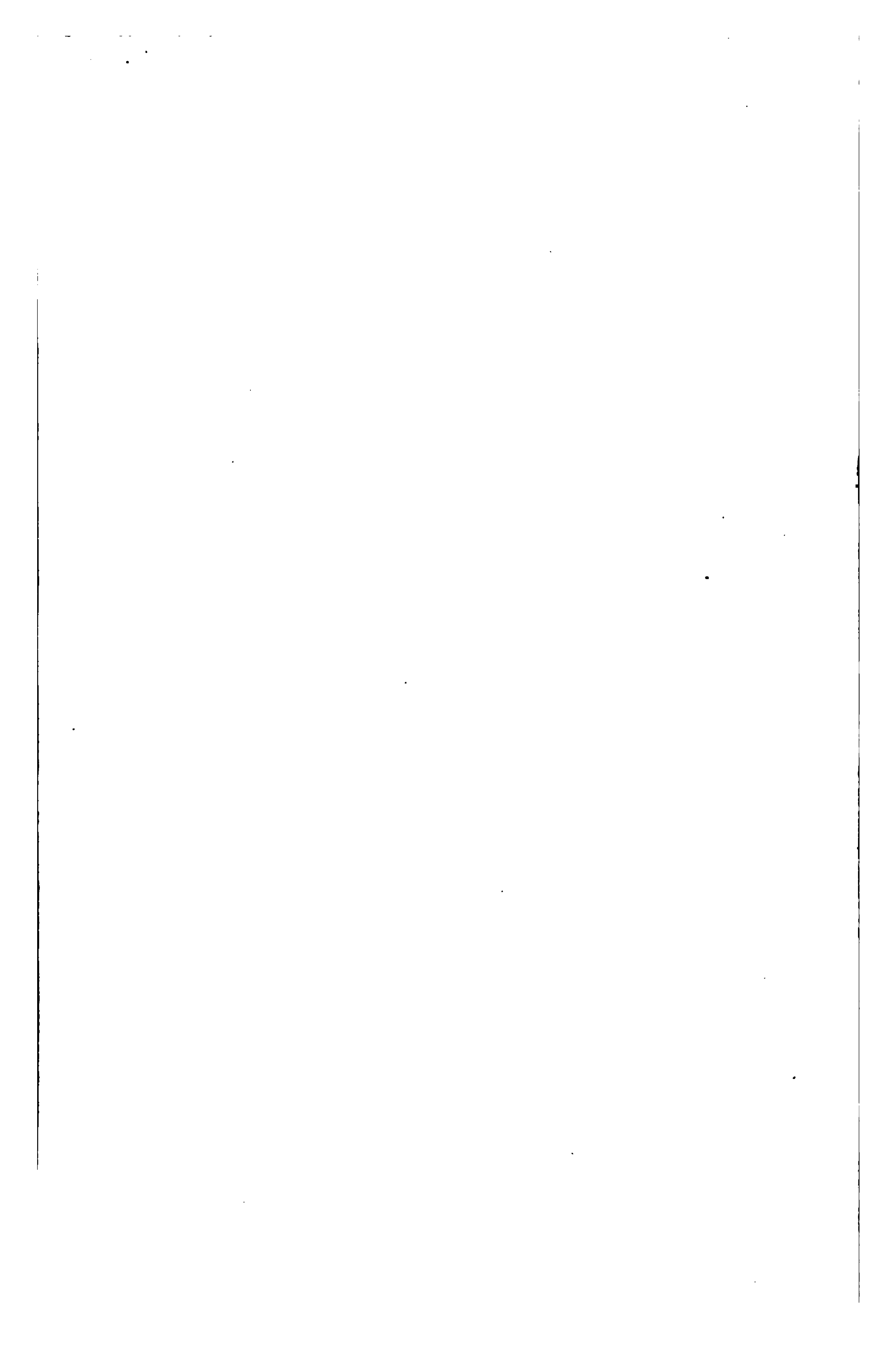





Zeitschrift
PWA







# ZEITSCHRIFT

FÜR

# KRYSTALLOGRAPHIE

UND

# MINERALOGIE

UNTER MITWIRKUNG

ZAHLREICHER FACHGENOSSEN DES IN- UND AUSLANDES

HERAUSGEGEBEN

VON

**P. GROTH.**

---

## DREIUNDZWANZIGSTER BAND.

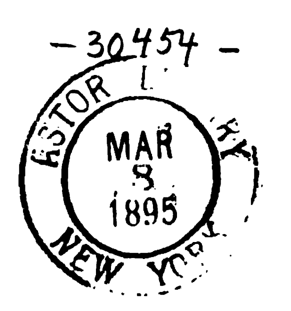
MIT 7 LITHOGRAPHIRTEN TAFELN UND 131 FIGUREN
IM TEXT.

---

LEIPZIG

VERLAG VON WILHELM ENGELMANN

1894.


30454
ASTOR L
MAR
8
1895
NEW YORK

# Inhaltsverzeichniss des dreiundzwanzigsten Bandes.

**Heft I u. II.** (Geschlossen am 16. März 1894.)

**Heft III.** (Geschlossen am 22. April 1894.)

**Heft IV u. V.** (Geschlossen am 10. Juli 1894.)

**Heft VI.** (Geschlossen am 9. August 1894.)

# I. Ueber die geometrischen Eigenschaften homogener starrer Structuren und ihre Anwendung auf Krystalle.

Von

**William Barlow** in London.

(Hierzu Taf. I und II.)

---

Es ist der Gegenstand dieser Abhandlung, die Art der Anordnung gleichartiger Theile in homogenen Structuren im Allgemeinen ohne Bezugnahme auf irgend eine Atom- oder Krystalltheorie zu untersuchen und auf diese Weise ein rein geometrisches Fundament zu legen, das allen Theoretikern eine gemeinschaftliche Grundlage zu bieten im Stande ist.

Man wird finden, dass die Resultate dieser Untersuchung feststellen, dass in jeder homogenen Structur von irgend welcher Art gleichartige Punkte eine symmetrische Anordnung von einem bestimmten, der Structur eigenthümlichen Typus besitzen, und dass alle Symmetriearten, die von allen beliebigen homogenen Structuren dargeboten werden, in 32 Classen zerfallen, deren unterscheidende Merkmale genau jene der 32 geometrisch-möglichen Classen der Krystallsymmetrie sind*).

Es wird ferner gezeigt werden, dass die 65 regelmässigen, in Sohncke's »Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur« beschriebenen Punktsysteme aus zehn Fundamentalsystemen aufgebaut sind**).

Ein kleiner Raum wird der Untersuchung singulärer Punktsysteme, d. h. solcher von besonderer Symmetrie gewidmet werden, welche in allen homogenen Structuren vorhanden sind.

**Definition:** Eine homogene starre Structur ist eine Anordnung von beliebig beschaffener Materie constanter Form, die sich gleichförmig in ihrer ganzen Ausdehnung immer wiederholt. Präciser: Es ist eine starre Structur, in welcher jeder

---

*) Siehe Gadolin, Acta soc. Fennicae 9, Helsingfors 1871 oder Sohncke, diese Zeitschr. 20, 457.

**) Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur von Dr. Leonh. Sohncke, Leipzig 1879.

**Punkt, wenn wir die Structur als unbegrenzt denken, ihm entsprechend andere genau gleichartige oder homologe Punkte*) besitzt, die gleichförmig im Raume vertheilt sind; es ist daher eine Eigenschaft der Structur, dass alle die unendlich vielen geometrischen Punktsysteme, welche beziehungsweise gegeben sind, wenn man alle gleichartigen Punkte nimmt, regelmässige unendliche Punktsysteme sind, wie sie Sohncke definirt als »solche, bei welchen um jeden Massenpunkt herum die Anordnung der übrigen dieselbe ist, wie um jeden anderen Massenpunkt«**).**

Ein Haufen gleicher Kanonenkugeln, in welchem jede Kugel zwölf andere berührt, ist ein triviales Beispiel einer solchen Structur.

Man wähle nun auf's Geradewohl einen geometrischen Punkt irgendwo in einem solchen Haufen und markire den ihm zunächst gelegenen Kugelmittelpunkt. Dann giebt es im Allgemeinen 23 andere Punkte, welche von diesem Centrum den gleichen Abstand wie der gewählte haben, und einen gleichen Ort im Haufen einnehmen, so dass der Kugelhaufen, als unbegrenzt und ohne Rücksicht auf die Richtung betrachtet, genau denselben Anblick zeigt, wenn er vom einen oder anderen der 24 Punkte aus gesehen wird. Diese Punkte bilden einen »24-Punkter«, den Sohncke in seinem oben erwähnten Werke beschreibt***).

---

*) Gleichartige Punkte sind solche, welche gleichartige Orte innerhalb der Structur einnehmen, wenn diese als unendlich und ohne Rücksicht auf die Richtung betrachtet wird, oder mit anderen Worten: Punkte, von deren jedem aus gesehen die als unendlich und ohne Bezug auf irgend etwas anderes als auf sie selbst betrachtete Structur genau denselben Anblick darbietet.

**) Entwickelung einer Theorie etc. S. 28. Vergl. M. C. Jordan, »Sur les groupes de mouvements«, Comptes rendus 1867, **65**, 229.

Die Starrheit der eben definirten Structur braucht keine absolute zu sein, es können Schwingungs- oder andere Bewegungen ihrer kleinsten Theile stattfinden, wie sie in allen bekannten festen Körpern vorkommen; der obigen Definition wird genügt, so lange die Bewegungen an entsprechenden Punkten im Ganzen gleichartig sind und nicht so, dass sie die relative Lage gleichartiger Theile bleibend verändern. Uebereinstimmend mit der Definition kann eine homogene Structur aus einer beliebigen Anzahl verschiedener, in irgend einer Weise angeordneter Stoffe bestehen, wenn nur ihre Anordnung der Definition genügt.

Die Frage, ob der Gebrauch des Wortes homogen in der eben gegebenen Definition berechtigt ist oder nicht, berührt die folgenden Beweisführungen nicht; wenn man will, kann man irgend ein anderes Wort anwenden, um die hier definirte Gleichheit der Theile auszudrücken. Es mag jedoch bemerkt sein, dass die gegebene Definition allen Anforderungen an die Gleichheit entsprechender Theile genügt, so lange die Structur für sich allein, ohne Bezug auf etwas Anderes betrachtet wird.

Das Wort »Structur« ist gewählt, um anzudeuten, dass die kleinsten Theile oder Raumeinheiten dreidimensional sind, und dass keine ihrer drei Dimensionen unendlich ist.

***) Entwickelung einer Theorie etc., S. 166.

Ferner können 24, mit jenen gleichartige Punkte gefunden werden, welche um jedes der anderen Kugelcentren gelagert sind, und die Punkte aller solcher gleichartiger Gruppen liefern zusammen genommen ein Beispiel zu Sohncke's System 60 (oktaëdrisches 24-Punktersystem) *).

Indem Sohncke's Definition der regelmässigen unendlichen Punktsysteme die Homogenität der Anordnung bedingt, setzt sie nicht prima facie eine bestimmte Symmetrie voraus. Wenn jedoch alle möglichen Typen der unendlichen **) regelmässigen Punktsysteme aufgesucht werden, was in Sohncke's eben angeführtem Werke geschehen ist, so zeigt sich, dass die 65 ***) verschiedenen Typen der unendlichen Punktsysteme, welche allein seine Definition erfüllen, alle eine bestimmte Symmetrie haben, welche genau einigen der bei Krystallen vorkommenden Symmetrietypen entsprechen.

Eine homogene Structur besitzt jedoch oft einen höheren Grad von Symmetrie, als jener des grössten Theiles der Sohncke'schen Punktsysteme, welche durch ihre gleichartigen Punkte bestimmt sind. Ein Beispiel hierfür liefert der eben erwähnte Kugelhaufen.

Andererseits zeigt zuweilen eine homogene Structur einen niedrigeren Grad der Symmetrie als jenen ihrer Sohncke'schen Punktsysteme. Beispiele hierfür werden unten gegeben †).

Wo eine homogene Structur einen höheren Grad von Symmetrie zeigt als jenen, der den meisten Sohncke'schen Punktsystemen zukommt, welche durch ihre gleichartigen Punkte bestimmt sind, da wird man immer finden, dass sie diese höhere Symmetrie dem Besitze folgender Eigenschaft neben der Eigenschaft der Homogenität verdankt: Die Structur ist nämlich identisch mit ihrem eigenen Spiegelbilde ††).

---

*) Entsprechend jedem regelmässigen Punktsysteme, welches so durch gleichartige Punkte gegeben ist, giebt es in einem solchen Haufen ein anderes Punktsystem, welches das Spiegelbild desselben ist, da die Punkte eines jeden der beiden Systeme in gleicher Entfernung von den Kugelcentren gelegen sind und das Bild der Structur von einem Punkte des einen Systems das Spiegelbild seiner Ansicht von einem Punkte des anderen Systems desselben Paares ist. Wir kümmern uns jetzt jedoch nicht um jene spiegelbildlich-gleichen Punktsysteme; sie werden später behandelt (siehe S. 38).

**) Mit endlichen Punktsystemen, bestehend aus Punkten, welche eine solche Gleichartigkeit besitzen, wie sie eben definirt wurde, beschäftigen wir uns hier nicht; sie zeigen offenbar keine stetige Wiederholung derselben Structur nach jeder Richtung.

Bezüglich einer Untersuchung dieser endlichen Systeme siehe Jordan's oben citirtes Werk.

***) Sohncke erwähnt in seinem Werke 66, hat aber nachher darauf hingewiesen, dass es nur 65 giebt, da Nr. 9 und Nr. 13 einander gleich sind. Siehe diese Zeitschr. 14, 423.

†) Siehe S. 25, 29, 32, 37.

††) Man wird finden, dass dies bei allen homogenen Structuren der Fall ist, welche holoëdrische und einige andere höhere Symmetriearten besitzen.

Die Art der Beziehungen, welche zwischen den Sohncke'schen Punktsystemen einer homogenen Structur bestehen, wenn letztere diese neue Eigenschaft besitzt, wird alsbald untersucht werden, nachdem die Eigenschaften der Punktsysteme selbst betrachtet worden sind*).

Was die Eigenschaften betrifft, welche homogene Structuren mit den, durch ihre gleichartigen Punkte bestimmten Punktsystemen gemein haben, bemerken wir, dass irgend eine gegebene homogene starre Structur, wie oben definirt, gleich den Sohncke'schen Systemen gewisser Deckbewegungen**) fähig sein wird, welche, indem sie irgend eine besondere Schaar entsprechender Punkte zur Deckung bringen, zu gleicher Zeit alle verschiedenen entsprechenden Theile der Structur zur Deckung bringen; es ist dies eine directe Folge der genau gleichen Lage, welche entsprechende Punkte in Bezug auf die ganze Structur besitzen. Und es ist klar, dass die Deckbewegungen, welche für die Structur als Ganzes möglich sind, auch für all die unendlich vielen regelmässigen Punktsysteme möglich sind, welche durch Schaaren entsprechender Punkte der Structur bestimmt sind, und dass die Structur, als Ganzes genommen, jene Deckbewegungen besitzen wird, welche allen verschiedenen, so bestimmten Punktsystemen gemeinsam sind.

Ferner wird die successive Ausführung jener Deckbewegungen in jedem Falle hinreichend sein, um einen beliebigen Punkt der Structur an die Stelle eines beliebigen anderen gleichartigen Punktes zu bringen. Und da im Allgemeinen ein auf die angegebene Weise bestimmtes Punksystem, selbst wenn es ohne Rücksicht auf die Structur, zu welcher es gehört, be-

---

*) Siehe S. 38.

**) Eine Deckbewegung definirt Sohncke folgendermassen: »Man denke sich nun ein regelmässiges, unendliches Punktsystem starr gemacht und aus seiner Lage herausgerückt; dann bilden die zuvor von Systempunkten besetzt gewesenen Orte des Raumes ein dem System congruentes Punktsystem; es möge, im Gegensatze zu dem herausgenommenen beweglichen Systeme, das feste heissen. In welchen Systempunkt des festen Systems man nun einen beliebig gewählten Systempunkt des beweglichen auch legen mag: immer kann man in Folge der Congruenz aller Linienbündel bewirken, dass beide Systeme zur Deckung gelangen. Eine solche Bewegung nun, welche das bewegliche System aus einer Lage der Deckung mit dem festen in eine andere Lage der Deckung mit ihm überführt, soll eine **Deckbewegung** heissen. Diese Bewegungen können theils Parallelverschiebungen, theils Drehungen oder Schraubungen um gewisse, im festen Systeme gegebene gerade Linien als Axen sein; und es wird ganz von der Eigenthümlichkeit des betreffenden Systems abhängen, welcherlei Deckbewegungen es besitzt. Ja man wird gerade nach den ihnen zukommenden Deckbewegungen verschiedene Gattungen von Punktsystemen unterscheiden können, so dass die verschiedenen Arten von Deckbewegungen als Eintheilungsgrund für die regelmässigen Punktsysteme dienen.« (Siehe Entwickelung einer Theorie etc. S. 28.) Vergl. Bravais »Sur les systèmes formés par des points distribués régulièrement«, Journ. de l'Ecole Polytechnique, cahier XXXIII, p. 57.

trachtet wird, keine anderen Deckbewegungen als jene, welche der Structur zukommen, besitzen wird, so ist klar, dass jede homogene starre Structur die Deckbewegungen eines der 65 Sohncke'schen Punktsysteme und keine anderen*) besitzt.

## I. Die Sohncke'schen Systeme und homogenen Structuren, welche nicht mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch sind.

Es ist deshalb wichtig zu ermitteln, welche Beziehungen zwischen regelmässigen Punksystemen verschiedener Typen bestehen, und es soll zunächst gezeigt werden, dass jedes der 65 Sohncke'schen Punktsysteme aus einer endlichen Anzahl eines oder des anderen von zehn Fundamentalsystemen besteht. Diese Fundamentalsysteme gehören den Typen an, welche Sohncke bezeichnet als System 58, 42 und 43, 26 und 27, 15 und 16, ein specieller Fall von System 3, System 3 und System 1.

Dabei werden auch einfache Methoden angegeben werden, die Sohncke'schen Systeme zu erhalten.

In allen Fällen wird festgestellt werden, zu welcher der 32 Classen der Krystallsymmetrie jeder Typus der Sohncke'schen Systeme und jeder Typus der homogenen Structur, deren Symmetrie untersucht wird, gehört.

### Die reguläre Systemgruppe.

Zunächst soll in Hinsicht auf Systeme der regulären Form, d. h. jener unter VI und VII der Uebersichtstabelle auf S. 175 in Sohncke's Werk, gezeigt werden, dass jedes dieser 13 Systeme betrachtet werden kann als bestehend aus einer endlichen Anzahl untereinander identischer Systeme eines gewissen Musters, nämlich des als System 58 in der Uebersichtstabelle bezeichneten; und auch, dass jedes der 13 Systeme die Axen und Deckbewegungen des Systems besitzt, aus welchem dasselbe aufgebaut ist.

Genauer gesagt:

Typus 1 = System 58 nach Sohncke.

Typus 2 (System 57) kann betrachtet werden als das Product der

---

*) So sind z. B. die Deckbewegungen des eben beschriebenen Kugelhaufens jene des Systems 60 von Sohncke.

In seiner Erweiterung der Theorie der Krystallstructur (diese Zeitschr. 14, 433 und 434) weist Sohncke darauf hin, dass ineinander gestellte homogene Combinationen seiner regelmässigen Punktsysteme alle Arten der in Krystallen vorkommenden Symmetrie liefern werden. Um homogen zu sein, müssen diese Combinationen so ausgedacht sein, dass sie die hier dargelegten Eigenschaften einer homogenen Structur besitzen.

Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme des Typus 1; die Axen und Deckbewegungen dieser Theilsysteme sind überdies dem zusammengesetzten System eigen.

Typus 3 und 4 (System 65 und 66) bestehen ebenfalls je aus zwei solchen Systemen, die dieselbe Beziehung zu dem zusammengesetzten System haben.

Typus 5 (System 62) besteht aus vier.
- 6 (System 55) besteht ebenfalls aus vier.
- 7 (System 54), 8 (System 60), 9 (System 63) besteht aus acht.
- 10 (System 56), 11 (System 64), 12 (System 59) aus sechzehn.
- 13 (System 61) aus zweiunddreissig.

Die zum Beweise des eben ausgesprochenen Satzes und ähnlicher Sätze, welche bezüglich der übrigen der 65 Sohncke'schen Typen folgen, angewendete Methode ist die folgende:

Jeder der 65 Typen von Sohncke hat seine charakteristischen Bewegungen. Die Ausführung einer derselben bringt Deckung hervor, und wenn alle nach einander einem irgendwo im Raume gelegenen Punkte ertheilt werden, so bewirken sie, dass dieser Punkt ein Punktsystem des Typus erzeugt, dem diese Bewegungen zukommen.

Wenn nun ein besonderes System das Ergebniss der Combination zweier oder mehrerer anderer identisch gleicher Systeme ist und die Axen und Deckbewegungen dieser Systeme besitzt, so ist klar, dass das zusammengesetzte System ausser diesen Deckbewegungen noch andere besitzen wird, welche geeignet sind, die Theilsysteme mit einander zur Deckung zu bringen.

Um also zu beweisen, dass irgend ein specielles System aus einer gewissen Anzahl von Systemen eines anderen Typus besteht, welche auf gewisse Art angeordnet und in der beschriebenen Weise mit ihm verwandt sind, werden wir die Deckbewegungen all dieser letzteren, sowie die verschiedenen Deckbewegungen nehmen, welche diese Theilsysteme zur Deckung mit einander bringen, und zuerst beweisen, dass das zusammengesetzte System alle jene Deckbewegungen besitzt, und dann zeigen, dass dies die charakteristischen Deckbewegungen des in Rede stehenden besonderen Punktsystemes sind.

Um dieses Beweisverfahren mit Leichtigkeit im Falle der Systeme der regulären Form auszuführen, werden wir folgende einfache geometrische Methode der Schilderung eines Systemes des Typus 1 (58 nach Sohncke) mit seinen Axen und Deckbewegungen anwenden.

Man theile den Raum durch drei Schaaren paralleler, äquidistanter Ebenen in gleiche Würfel.

Man ziehe eine einzelne Diagonale in einem der Würfel. Wenn dies geschehen, bildet sie die gemeinschaftliche Diagonale eines Stranges von Würfeln, die mit den körperlichen Ecken zusammenstossen.

Durch einen zweiten Würfel, der eine Fläche mit dem ersten gemein hat, ziehe man eine einzelne Diagonale, welche die Diagonale im ersten Würfel nicht schneidet und nicht parallel zu ihr ist. Diese bildet dann auch die gemeinschaftliche Diagonale eines Würfelstranges.

In Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) schneiden sich die dreizähligen Axen nicht. Man nehme nun die zwei so gezogenen Diagonalen, deren Richtungen offenbar unter dem verlangten Winkel gegen einander geneigt sind, als zwei benachbarte dreizählige Axen eines Systems von diesem Typus.

Man führe eine dreizählige Drehung um eine dieser Axen aus, so dass die aufeinander folgenden Lagen, welche die andere Axe annimmt, zwei neue Lagen für dreizählige Axen bestimmen werden, und indem man weitere dreizählige Drehungen um die nach und nach gefundenen dreizähligen Axen ausführt, erhält man in gleicher Weise andere ähnliche Axen, so dass man schliesslich ein unendliches System dreizähliger Axen bekommt, deren jede eine Linie ist, die aus aneinander gereihten Würfeldiagonalen besteht.

Nur ein einziges solches System dreizähliger Drehaxen kann aus den zwei zuerst gezogenen Axen erzeugt werden. Keine zwei seiner dreizähligen Axen schneiden sich. Es ist ferner ein homogenes System nach der oben gegebenen Definition der Homogenität.

Dieses System dreizähliger Axen wird daher in dem fraglichen System vorkommen; in der That muss offenbar ein solches System in allen homogenen Structuren oder Systemen der regulären Form vorhanden sein, deren dreizählige Axen sich nicht schneiden. Seine Gestalt kann folgendermassen beschrieben werden.

Da die dreizähligen Drehaxen sich nicht schneiden, so kann nur eine der vier Diagonalen eines beliebigen Würfels eine solche Axe sein, und wir können daher die Würfel durch die Buchstaben $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ unterscheiden, je nach der Richtung, in welcher sie von einer dreizähligen Drehaxe durchquert werden. Die punktirten Diagonalen in Fig. 1 sollen die vier Lagen der dreizähligen Axen in den so bezeichneten Würfeln zeigen.

In Fig. 2 seien $\alpha$, $\beta$ zwei zusammenstossende Würfel, in welchen die in dieser Weise angedeuteten Diagonalen zwei nächste dreizählige Drehaxen eines solchen Systems von Drehaxen sind. Man sieht nun leicht, dass, wenn successive dreizählige Drehungen in der geschilderten Weise ausgeführt werden, das System von Würfeln folgendermassen von den Drehaxen durchkreuzt wird:

Die Würfelschicht, welche die Würfel $\alpha$ und $\beta$ enthält, wird von den dreizähligen Drehaxen so durchsetzt werden, wie es die griechischen Buchstaben in Fig. 2 anzeigen.

Unmittelbar unter und unmittelbar über dieser Schicht wird eine Schicht liegen, welche so durchschnitten wird, wie die griechischen Buchstaben in Fig. 3 zeigen. Denselben werden wieder wie in Fig. 2 durchsetzte Schichten folgen.

So wird das ganze System der Würfel und Drehaxen aus Schichten bestehen, die abwechselnd diesen beiden Gattungen angehören.

Wir können nun ein Punktsystem des Typus 1 (58 nach Sohncke) um das eben beschriebene System dreizähliger Axen wie folgt construiren:

Man nehme ganz beliebig einen Punkt in diesem Axensystem, markire den Würfel, in welchem der Punkt liegt und durch eine Drehung um die einzige, diesen Würfel durchlaufende dreizählige Axe findet man in dem Würfel zwei andere Punkte, welche mit dem ursprünglichen eine gleichzeitige Punkttriade bilden.

Durch eine Drehung um die dreizählige Axe, welche einen der sechs Würfel durchläuft, die mit dem eben erwähnten Würfel eine Fläche gemeinsam haben, bringe man eine entsprechende Punkttriade in jeden der beiden Würfel, welche den ersten Würfel in zwei seiner Kanten berühren. Man führe eine Reihenfolge anderer dreizähliger Drehungen um die Axen, welche andere Würfel durchsetzen, aus, bis jeder Würfel, welcher dadurch schliesslich mit den die Triaden enthaltenden Würfeln zur Deckung gebracht werden kann, eine entsprechende in ihm gelegene Punkttriade besitzt.

Das Ergebniss ist die Erzeugung eines regelmässigen Punktsystems, welches aus gleichen Punkttriaden besteht, je eines in jedem Würfel eines zusammenhängenden Systems von Würfeln gelegen, die nur mit den Kanten an einander stossen, d. h. ein symmetrisches System, welches die Hälfte aller den Raum erfüllenden Würfel umfasst*). Dieses Punktsystem ist das verlangte.

Um seine Identität mit dem genannten Punktsystem zu zeigen, können wir folgendermassen verfahren.

Die resultirende Bewegung irgend zweier Deckbewegungen eines beliebigen, regelmässigen geometrischen Systems ist ebenfalls eine Deckbewegung dieses Systems**).

Nun besitzt das eben untersuchte System folgende Deckbewegungen:

---

*) Die zwei halben Systeme der so angeordneten Würfel werden kenntlich gemacht, wenn schwarze und weisse gleich grosse Würfel so ohne Zwischenraum zusammengeschichtet werden, dass der Haufen längs Ebenen parallel zu den Würfelflächen das Aussehen eines Schachbrettes zeigt.

**) Siehe Entwickelung einer Theorie etc., kinematische Hülfsbetrachtung IX, S. 35.

1. Eine dreizählige Drehung gegen den Drehsinn des Uhrzeigers um eine Axe, welche einen Würfel $\beta$ in der in Fig. 2 dargestellten Würfelschicht durchläuft, und welche den diesem Würfel $\beta$ in derselben Schicht in der Figur) nach oben nächstliegenden Würfel $\alpha$ an die Stelle des Würfels $\gamma$ bringt, der in der nächsthöheren Schicht über dem Würfel $\beta$ liegt.

2. Eine dreizählige Drehung gegen den Drehsinn des Uhrzeigers um die dreizählige Axe dieses Würfels $\gamma$.

Man sieht leicht, dass die Resultirende dieser beiden Drehungen eine zweizählige Schraubung $A_{\frac{2\pi}{2}, a}$ ist um eine zu den Ebenen der Fig. 2 und 3 senkrechte Axe in einem Punkte $A$, wenn $a$ die Länge der Würfelkante.

Daher ist die erwähnte Schraubung eine Deckbewegung des eben verfolgten Systems. Und da alle durch die Punkte $A$ der erwähnten Figuren gezogenen Senkrechten jener Würfelschichten zu dem Punktsystem genau in der gleichen Beziehung stehen, so folgt wegen der Symmetrie, dass gleiche Schraubungen vorhanden sind um Axen, welche senkrecht auf den Ebenen der Fig. 2 und 3 durch alle Punkte $A$ gelegt sind.

In ähnlicher Weise können wir das Vorhandensein gleicher Axen in Punkten $B$, $C$ und $D$ feststellen, welche zusammen mit den Axen $A$ vier Schaaren zweizähliger Schraubungen senkrecht zu Zeichnungsebene der Fig. 2 und 3 bilden. Ebenso die Existenz gleicher, aus je vier Gruppen bestehender Axensysteme, welche in je einer der beiden anderen Richtungen senkrecht zu den Würfelflächen liegen.

Nur Systeme des Typus 1 (58 nach Sohncke) besitzen zweizählige Schraubenaxen in drei zu einander senkrechten Richtungen, wobei vier Gruppen dieser Axen in jeder dieser drei Richtungen liegen und die Axen genau wie im Falle des vorliegenden Systems angeordnet sind. Es ist dasselbe daher ein System des Typus 1.

Um die Identität der beiden Typen bequemer veranschaulichen zu können, ist eine Copie von Sohncke's Figur des Theilsystems seines Systems 58 beigefügt (Fig. 4), mit der Projection der Würfelflächen, welche als punktirte Linien darin angegeben sind, und mit den Schnittpunkten jener zweizähligen Schraubenaxen, welche senkrecht zur Zeichnungsebene stehen, entsprechend mit $A$, $B$, $C$, $D$ bezeichnet, wie in den Fig. 2 und 3.

Nachdem wir so gezeigt haben, dass das oben geschilderte System ein System des Typus 1 (58 nach Sohncke) ist, können wir nun dazu übergehen, zu beweisen, dass ein System des Typus 2 (57 nach Sohncke) als das Ergebniss der Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme des Typus 1 angesehen werden kann, indem die Axen und Deckbewegungen der beiden Theilsysteme übereinstimmen und also auch dem zusammengesetzten Systeme angehören.

Um ein System vom Typus 2 aus einem Systeme des Typus 1 abzuleiten, können wir folgende Constructionsmethode anwenden:

Durch irgend einen der Punkte *E, F, G, H* der Fig. 2 und 3 denke man sich eine Senkrechte auf den Ebenen dieser Figuren errichtet, und führe eine zweizählige Drehung um diese Senkrechte als Axe eines Punktsystems vom Typus 1 mit seinen Würfeln und Axen aus.

Die Folge davon ist, wie schon aus den erwähnten Figuren ersichtlich, dass die dreizähligen Drehaxen zur Deckung gelangen, und folglich auch die verschiedenen zweizähligen Schraubungen, deren Existenz ja, wie wir gesehen, durch das Vorhandensein jener dreizähligen Drehaxen bedingt ist.

Das Würfelsystem ist gleichzeitig mit sich selbst zur Deckung gebracht worden, aber das Halbsystem der Würfel, welche die Triaden enthalten, welche ein System vom Typus 1 bilden, kommt nicht mit sich selbst zur Deckung, sondern fällt mit dem anderen Halbsystem der Würfel zusammen, welche mit den ersten eine Fläche gemein haben.

Die Triaden, welche ursprünglich in dem einen Halbsystem der Würfel vorhanden waren, finden sich daher nun in gleicher Weise im complementären Halbsystem angeordnet. Die beiden so erhaltenen identischen Punktsysteme haben dieselben Axen, und das aus beiden zusammengesetzte System besitzt also auch diese Axen und hat ausserdem zweizählige Drehaxen senkrecht zur Zeichnungsebene durch die Punkte *E, F, G, H* in Fig. 2 und 3. Wegen der Symmetrie ist leicht zu sehen, dass es auch Schaaren gleichartiger Drehaxen besitzt, welche in jeder der beiden anderen, zu den Würfelflächen senkrechten Richtungen liegen.

Dieses zusammengesetzte System, welches aus der beschriebenen Ineinanderstellung zweier Systeme vom Typus 1 resultirt, ist ein Beispiel vom Typus 2 (57 nach Sohncke).

Seine Identität mit einem Punktsystem vom genannten Typus wird durch die Thatsache bewiesen, dass die relative Lage entsprechender Schrauben- und Drehaxen in beiden dieselbe ist.

Um diese Identität besser veranschaulichen zu können, ist eine Copie von Sohncke's Figur eines Theilsystems vom System 57 beigefügt (Fig. 5) mit den Projectionen der Würfelflächen, welche als punktirte Linien darin zu sehen sind, und mit den Schnittpunkten jener zweizähligen Schraubenaxen *A, B, C, D*, welche senkrecht auf der Zeichnungsebene stehen, sowie der zweizähligen Drehaxen, *E, F, G, H*, entsprechend bezeichnet wie in Fig. 2 und 3.

Wir wollen nun dazu übergehen, nachzuweisen, dass ein System, welches ein Beispiel zum Typus 3 oder 4 (65 und 66 nach Sohncke) ist, als das Resultat der Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme vom Typus 1 (58 nach Sohncke) betrachtet werden kann, indem

die Axen und Deckbewegungen der zwei Theilsysteme coincidiren und also auch dem zusammengesetzten Systeme zukommen.

Durch die Mittelpunkte der Würfel, in welche der Raum, wie oben*), getheilt worden ist, lege man Ebenen parallel zu den drei zuerst gelegten Schaaren von Ebenen. Die Folge davon ist eine neue Theilung des Raumes in Würfel, identisch mit der früheren Theilung, aber die Würfelmittelpunkte bei der einen Theilung fallen mit den Würfelecken bei der anderen zusammen und vice versa.

Die dreizähligen Axen, welche in dem ersten Würfelsystem gezogen waren, durchschneiden Würfelstränge des zweiten Systems gerade so wie diejenigen der ersten, und wenn wir, wie vorher, die Würfel durch die Buchstaben $\alpha$, $\beta$, $\gamma$, $\delta$ unterscheiden, je nach der Richtung, in welcher sie von einer dreizähligen Drehaxe durchschnitten werden, so werden Würfel, welche von der gleichen Axe durchkreuzt werden, immer durch den gleichen Buchstaben gekennzeichnet sein, und die Würfelschicht des zweiten Systems, welche unmittelbar über den Mittelpunkten einer in Fig. 2 dargestellten Schicht liegen, wird, wie man findet, von diesen Drehaxen so durchkreuzt wie Fig. 6 zeigt, und die Schicht, welche unmittelbar über den Centren einer in Fig. 3 dargestellten Schicht liegt, so wie Fig. 7 zeigt.

Die Schraubenaxen des Typus 1, welche senkrecht auf den Zeichnungsebenen stehen, werden die Schichten des zweiten Würfelsystems in den in Fig. 6 und 7 mit $A$, $B$, $C$, $D$ bezeichneten Punkten schneiden, und die Drehaxen des Typus 2 werden dieselben Schichten in den Punkten $E$, $F$, $G$, $H$ treffen; die Durchschnittspunkte jeder Axe mit den vier Schichten sind so in jedem Falle gleich bezeichnet.

---

Um ein System vom Typus 3 aus einem System vom Typus 1 abzuleiten, können wir nun folgendermassen verfahren:

Um eine der zweizähligen Schraubenaxen des letzteren Systems, welche durch einen Punkt $B$ oder durch einen Punkt $C$ geht, führe man eine vierzählige Rechtsschraubung**) aus, so dass zwei Bewegungen dieser Schraubung mit einer Bewegung der zweizähligen Schraubung äquivalent sind.

Da eine Drehung oder Schraubung um 90° im Sinne des Uhrzeigers einen Würfel $\alpha$ in einen Würfel $\beta$, $\beta$ in $\gamma$, $\gamma$ in $\delta$ und $\delta$ in $\alpha$ verwandelt, so sehen wir aus der Betrachtung der Fig. 2, 3, 6 und 7, dass eine solche Schraubung die dreizähligen Drehaxen mit einander zur Deckung bringt, und folglich auch die verschiedenen zweizähligen Schraubenaxen zur Deckung bringt, deren Existenz ja, wie wir gesehen, durch Vorhandensein jener dreizähligen Axen bedingt ist.

---

*) Siehe S. 7.

**) Die Bewegung, welche ein Korkzieher macht, wenn er in einen Kork eindringt oder ihn verlässt, heisst eine Rechtsschraubung.

Das Halbsystem der Würfel von dem ersten Würfelsysteme, welches die Triaden enthält, die ein System vom Typus 1 bestimmen, kommt mit einem Halbsysteme des zweiten Würfelsystems zur Deckung.

Die Triaden, welche ursprünglich in einem Halbsysteme des ersten Würfelsystems vorhanden waren, finden sich daher jetzt in gleicher Weise angeordnet in einem Halbsysteme des zweiten Würfelsystems. Die beiden so erhaltenen, identischen Punktsysteme haben die gleichen Axen, und das aus den beiden Systemen zusammengesetzte System besitzt also diese Axen ebenfalls.

Da ferner eine vierzählige Rechtsschraubung um eine Axe durch einen Punkt *B* das System, welches aus gleichen, durch andere Punkte *B* gezogenen Axen besteht, zur Deckung bringt, so besitzt das zusammengesetzte System vierzählige Rechtsschraubungen um alle jene zweizähligen Axen der beiden Theilsysteme vom Typus 1, welche durch Punkte *B* gehen. Und dies schliesst in sich gleiche vierzählige Schraubungen um die zweizähligen Axen durch *C* und ebenso gleiche vierzählige Schraubungen um Axen, welche, in jeder der anderen beiden auf den Würfelflächen senkrechten Richtungen, den beiden Schaaren von Axen durch *B* und *C* entsprechen.

Das zusammengesetzte System, welches aus der beschriebenen Ineinanderstellung zweier Systeme vom Typus 1 hervorgeht, ist ein Beispiel zum Typus 3 (65 nach Sohncke).

Seine Identität mit dem genannten Punktsysteme ist durch die Thatsache erwiesen, dass die relative Lage seiner oben beschriebenen Axen und Deckbewegungen die gleiche ist, wie jene der Axen und Deckbewegungen des letzteren Systems.

Um diese Identität besser veranschaulichen zu können, ist eine Copie von Sohncke's Figur des Systems 65 beigefügt (Fig. 8), in welcher die Projectionen der Würfelflächen als punktirte Linien angegeben sind. Die punktirten Linien sind verschieden für die zwei verschiedenen Theilungen, und die Schnittpunkte der Axen sind der Bezeichnung in Fig. 2, 3, 6 und 7 entsprechend benannt.

Ein System vom Typus 4 (66 nach Sohncke) kann aus einem Systeme vom Typus 1 in ähnlicher Weise hergeleitet werden, wenn eine der zweizähligen Axen durch einen Punkt *A* oder *D* an Stelle einer solchen durch einen Punkt *B* oder *C* als vierzählige Schraubenaxe gewählt wird, und wenn die Schraubung eine linke statt einer rechten ist. Der Beweis wird mit dem oben gegebenen identisch sein.

---

Wir wollen nun weiter zeigen, dass ein System, welches ein Beispiel zum Typus 5 (62 nach Sohncke) ist, als das Ergebniss der Ineinanderstellung von vier mit einander identischen Systemen vom Typus 1 (58 nach Sohncke) angesehen werden kann, indem die Axen und Deckbewegungen

der vier Theilsysteme coincidiren und folglich auch dem zusammengesetzten Systeme zukommen.

Um ein System vom Typus 5 aus einem Systeme vom Typus 1 abzuleiten, führt man eine zweizählige Drehung aus, wie sie vorher angewandt wurde, um ein System vom Typus 2 *) zu erzeugen, und ferner eine vierzählige Schraubung, wie sie eben ausgeführt wurde, um ein System vom Typus 3 **) herzustellen. Die Ordnung, in welcher Drehung und Schraubung ausgeführt werden, ist gleichgültig.

Oder anstatt der vierzähligen, zur Erzeugung des Typus 3 angewendeten Schraubung kann man die vierzählige Schraubung benutzen, die den Typus 4 erzeugt.

Die Ausführung beider Bewegungen, welche Schraubung wir auch anwenden mögen, bewirkt Deckung der dreizähligen Drehaxen, und folglich auch Deckung der verschiedenen Axen, deren Vorhandensein durch die Existenz jener dreizähligen Axen bedingt ist, mit resp. Axen der gleichen Art.

Das Doppelsystem, gebildet aus den beiden Würfelsystemen, in welche der Raum nach einander getheilt wurde, wird auch als Ganzes zur Deckung gebracht, aber das Halbsystem der Würfel, die von Anfang an die ein System vom Typus 1 bestimmenden Triaden enthielten, wird direct oder indirect nach einander mit jedem der drei anderen Halbsysteme zur Deckung kommen.

Die Triaden, welche ursprünglich in einem bestimmten Halbsysteme der Würfel vorhanden waren, werden durch eine der genannten Bewegungen in ein anderes der vier Halbsysteme gebracht, und dann kommt durch die zweite Bewegung das aus den zwei so gelegenen Systemen vom Typus 1 zusammengesetzte System an Stelle der übrigen zwei der vier Halbsysteme von Würfeln.

So kommt es, dass jedes der vier Halbsysteme von Würfeln das System vom Typus 1 in den dasselbe bildenden Würfeln gleichartig angeordnet besitzt. Und da die erwähnten Bewegungen die dreizähligen Axen zur Deckung bringen, so besitzen alle vier so gelegenen, identischen Punktsysteme dieselben Axen und Deckbewegungen, und das aus diesen vier Systemen zusammengesetzte System hat daher diese Axen und Deckbewegungen ebenfalls. Ausserdem besitzt es noch zweizählige Drehungen um Axen senkrecht zur Zeichnungsebene der Fig. 2, 3, 6 und 7, wie sie im Typus 2 vorhanden sind und vierzählige Rechtsschraubungen um jene der zwei Arten von Schraubenaxen vom Typus 1, welche im Typus 3 vierzählige Schraubenaxen geworden sind, und vierzählige Linksschraubungen um die

*) Siehe S. 10.

**) Siehe S. 11.

übrigen zweizähligen Schraubenaxen vom Typus 1, welche vierzählige Schraubenaxen im Typus 4 geworden sind. Es besitzt auch Schaaren gleicher Deckbewegungen um entsprechende Axen, die in den beiden anderen, auf den Würfelflächen senkrechten Richtungen liegen.

Dieses zusammengesetzte System, welches in der beschriebenen Weise aus der Ineinanderstellung von vier Systemen des Typus 1 hervorgeht, ist ein Beispiel zum Typus 5 (62 nach Sohncke).

Seine Identität mit einem Punktsysteme des genannten Typus wird durch die Thatsache erwiesen, dass die relative Lage der entsprechenden Schrauben- und Drehaxen in beiden die gleiche ist.

Um diese Identität noch deutlicher hervortreten zu lassen, ist eine Copie von Sohncke's Figur des Systems 62 beigefügt (Fig. 9), in welcher die Projectionen der Würfelflächen als punktirte Linien von zweierlei Art zu sehen sind, und die Schnittpunkte der Axen entsprechend wie in Fig. 2, 3, 6 und 7 benannt sind.

---

Wir wollen nun dazu übergehen zu zeigen, dass ein System, welches ein Beispiel zu Typus 6 (55 nach Sohncke) ist, als das Erzeugniss der Ineinanderstellung von vier mit einander identischen Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) angesehen werden kann, indem die Axen und Deckbewegungen der sämmtlichen vier Systeme dem zusammengesetzten Systeme *) angehören.

Um ein System vom Typus 6 aus einem Systeme des Typus 1 abzuleiten, können wir wie folgt vorgehen:

In einem beliebigen Würfel eines der beiden vollständigen Würfelsysteme, in welche der Raum wie oben **) nach einander getheilt wurde, mache man ausser der Diagonale dieses Würfels, welcher im Falle des Typus 1 bereits eine dreizählige Axe ist, irgend eine der drei übrigen Diagonalen auch zu einer dreizähligen Axe. Zieht man diese Linie, so bildet sie die gemeinschaftliche Diagonale eines Würfelstranges in jedem der beiden vollständigen Würfelsysteme, und durchläuft Würfel, welche jedem der vier Halbsysteme von Würfeln angehören. Und in jedem Würfel der beiden Systeme, welchen sie durchkreuzt, wird sie die in demselben schon vorhandene, dem Typus 1 angehörige dreizählige Axe im Würfelmittelpunkte schneiden.

Man führe nun dreizählige Drehungen aus um die dreizähligen Axen des Typus 1 und ebenso um die vorhin neu hinzugekommene Axe, so dass alle neuen dreizähligen Axen, welche durch die Existenz dieser neuen Axe bedingt sind, dadurch erhalten werden.

---

*) Die Theilsysteme haben diesmal nicht wie in den vorhergehenden Fällen zusammenfallende Axensysteme.

**) Siehe S. 7 und 11.

Man wird finden, dass das so erhaltene, erweiterte System von Axen aus allen Linien besteht, welche gemeinschaftliche Diagonalen von Würfelreihen der zwei vollständigen Systeme von Würfeln bilden, in welche der Raum getheilt wurde. Jeder Würfelmittelpunkt beider Systeme ist also der Schnittpunkt von vier dreizähligen Axen, welche die vier Würfeldiagonalen sind.

Denn wo ein Würfel von der neuen Axe sowohl als von der zum Typus 1 gehörigen Axe durchkreuzt wird, ergiebt die Ausführung der dreizähligen Drehung um eine dieser zwei Axen zwei weitere Axen und verwandelt damit alle vier Würfeldiagonalen in dreizählige Axen. Und weil die neue Axe Würfel eines jeden der vier Halbsystemen von Würfeln durchläuft, so ist dies in einigen Würfeln eines jeden der vier Halbsysteme der Fall.

Auf einander folgende dreizählige Drehungen des Typus 1 können aber einen Würfel mit einem beliebigen anderen Würfel desselben Halbsystems zur Deckung bringen*). Da also in einigen Würfeln jedes der vier Halbsysteme von Würfeln die vier Diagonalen dreizählige Axen sind, so folgt daraus, dass sie es in jedem Würfel eines jeden dieser vier Halbsysteme sind.

Man sieht leicht, dass keine anderen dreizähligen Axen ausser diesen erhalten werden; denn es ist klar, dass die Ausführung einer dreizähligen Drehung um irgend eine derselben die beiden ganzen Würfelsysteme zur Deckung bringt und deshalb immer die gemeinschaftliche Diagonale eines Würfelstranges an die Stelle einer anderen solchen gemeinschaftlichen Diagonale bewegt und folglich keine dreizähligen Axen in anderer Lage als der der einen oder anderen der gemeinschaftlichen Diagonalen im oben beschriebenen System ergeben wird.

Daher ist, wie oben festgestellt, das erweiterte System dreizähliger Axen, welches sich ergiebt, wenn man eine Würfeldiagonale, welche eine der dreizähligen Axen vom Typus 1 schneidet, zu einer neuen dreizähligen Axe macht, zugleich dasjenige System, welches entsteht, wenn alle Linien, welche gemeinschaftliche Diagonalen von aneinandergereihten Würfeln bilden, in welche der Raum getheilt worden, dreizählige Axen bilden.

Es wird nun gezeigt werden, dass die Folge dieser Erweiterung des Systems dreizähliger Axen in einem Punktsystem vom Typus 1 die Erzeugung eines Punktsystems des Typus 6 aus jenem ist.

Das eben abgeleitete erweiterte System von Axen ist erhalten worden, ohne die Existenz irgend welcher anderer als dreizähliger Axen vorauszusetzen; folglich werden alle neuen Lagen des Punktsystems vom Typus 1, welche aus der Erweiterung des Systems dreizähliger Axen folgen, solche

*) Siehe S. 8.

sein, dass man das Punktsystem in dieselben bringen kann, indem man Drehungen um eine oder mehrere dieser Axen ausführt.

Nun bringt eine Drehung um irgend eine der dreizähligen Axen immer jedes der Halbsysteme von Würfeln zur Deckung und bewirkt nicht das Zusammenfallen der neuen Lage des einen Halbsystems mit der ursprünglichen Lage eines anderen*). Welche aufeinder folgende Drehungen um diese Axen also auch ausgeführt werden mögen, immer werden die Triaden des Systems 1 noch in demselben Halbsystem zu finden sein, in welchem sie ursprünglich lagen.

Nun zu den Lagen, welche die Triaden in den Würfeln dieses Halbsystems einnehmen!

Die Ecken der Würfel des Halbsystems können in zwei Classen getheilt werden; die eine Classe enthält vier der acht Ecken jedes Würfels, welche verbunden reguläre gleich und gleichliegende Tetraëder bilden, die andere die übrigen vier, welche ebenfalls reguläre, gleiche und gleichliegende Tetraëder bilden, deren Orientirung jedoch derjenigen der von der ersten Classe gebildeten Tetraëder entgegengesetzt ist. Und es ist leicht zu sehen, dass keine Drehung um eine der dreizähligen Axen eine Ecke der einen dieser Classen mit einer Ecke der anderen Classe zur Deckung bringen wird.

Folglich werden durch die Ausführung aufeinander folgender Drehungen um die dreizähligen Axen des erweiterten Systems drei und nur drei neue Triaden, identisch mit der schon vorhandenen Triade des Typus 1, in jeden Würfel des Halbsystems der Würfel, welche die Triaden vom Typus 1 enthalten, gebracht; diese neuen Triaden liegen so, dass die Deckbewegungen des Systems der durch die jetzt vorhandenen vier Triaden gebildeten 12 Punkte diejenigen eines regulären Tetraëders sind, dessen Ecken die Hälfte der Würfelecken einnehmen. Mit anderen Worten: diese 12 Punkte bilden einen 12-Punkter von Sohncke**), dessen Mittelpunkt und Axen mit dem Mittelpunkt und den Axen des eben erwähnten Tetraëders übereinstimmen.

Nun bilden die Mittelpunkte der Würfel eines jeden der vier Halbsysteme der Würfel das, was Sohncke »ein regulär oktaëdrisches Raumgitter«***) nennt, und daher besteht das Punktsystem, welches aus der oben beschriebenen Erweiterung des Systems dreizähliger Axen des Typus 1 entsteht, aus identischen 12-Punktern, deren Mittelpunkte ein regulär oktaëdrisches Raumgitter bilden, und deren Axen parallel zu den entsprechen-

---

*) Vergl. S. 8.

**) Siehe Entwickelung einer Theorie etc. S. 156 bezüglich Sohncke's Definition eines »12-Punkters«.

***) Entwickelung etc. S. 157.

den Axen dieses Raumgitters sind. Es ist daher ein Beispiel zu Sohncke's System 55*).

Um nun zu beweisen, dass das eben beschriebene System aus vier mit einander identischen Punktsystemen vom Typus 1 besteht, und dass es ihre Axen und Deckbewegungen besitzt, können wir folgendermassen vorgehen:

Zwei dreizählige Drehungen um zwei Diagonalen eines beliebigen Würfels können so gewählt werden, dass ihre Resultante eine zweizählige Drehung um eine Axe ist, welche senkrecht auf einer der drei Ebenen des Würfels steht und durch den Mittelpunkt desselben geht**). Daher besitzt das erweiterte System drei Schaaren von Axen, welche je auf den drei Ebenen der Würfel senkrecht stehen; drei dieser Axen, je eine aus einer Schaar, schneiden sich in jedem Würfelcentrum.

Durch den Mittelpunkt eines der Würfel, welche eine Triade des Typus 1 enthalten, ziehe man drei solche Axen.

Man führe eine zweizählige Drehung um eine derselben aus und bringe so eine zweite Triade in jeden Würfel des die Triaden des Typus 1 enthaltenden Halbsystems. Die Lage der Axen dieser zweiten Triaden können leicht in Fig. 2 und 3 aufgesucht werden: eine zweizählige Drehung um eine zur Zeichnungsebene senkrechte Axe verwandelt Würfel $\alpha$ in Würfel $\gamma$, $\beta$ in $\delta$, $\gamma$ in $\alpha$ und $\delta$ in $\beta$.

Auf das aus den zwei identischen Systemen des Typus 1 zusammengesetzte System, welches erhalten wird, wenn man sowohl die alte als die neue Lage der Triaden nimmt, wende man eine zweite zweizählige Drehung um eine andere der drei eben gezogenen Axen an.

Die Folge davon ist offenbar die, dass in jedem der Würfel, welche die Triaden enthalten, die zwei Diagonalen, um welche die Triaden gruppirt sind, an den Ort der beiden anderen Diagonalen gebracht werden, so dass man vier gleichartige Lagen für das System des Typus 1 erhält.

Die so erhaltenen vier identischen Systeme ergeben zusammengenommen offenbar das System des Typus 6.

Ferner, wenn man das erweiterte System dreizähliger Axen von jenen eines Systems vom Typus 1 herleitet, so werden die dreizähligen Drehungen des letzteren unverändert beibehalten, und daher besitzt dieses erweiterte System jene dreizähligen Drehungen und alle anderen durch die Existenz derselben bedingten Deckbewegungen. Und wegen der Symmetrie besitzt es auch die Deckbewegungen der drei anderen identischen Systeme des Typus 1, welche an seiner Zusammensetzung theilnehmen.

---

*) Siehe Entwickelung einer Theorie etc., S. 156 und 177.

**) Vergl. Kinematische Hülfsbetrachtung III (Euler'scher Satz), Entwickelung einer Theorie etc. S. 31.

Es ist also festgestellt, dass ein System des Typus 6 aus vier identischen Systemen des Typus 1 besteht, welche in der bestimmten Weise in einander gestellt sind, wobei die Axen und Deckbewegungen dieser sämmtlichen vier Systeme dem zusammengesetzten System zukommen.

---

Wir wollen nun zum Beweise übergehen, dass ein System, welches ein Beispiel zum Typus 7 (54 nach Sohncke) ist, als Ergebniss der Ineinanderstellung von acht mit einander identischen Punktsystemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) betrachtet werden kann, wobei die Axen und Deckbewegungen dieser acht Theilsysteme auch dem zusammengesetzten System angehören.

Um ein System vom Typus 7 aus einem System des Typus 1 abzuleiten, führe man eine zweizählige Drehung aus, so wie sie eben angewandt wurde, um ein System des Typus 2 *) zu erzeugen und ferner zwei zweizählige Drehungen, wie sie gerade ausgeführt wurden, um ein System des Typus 6 zu erhalten; die Reihenfolge ist gleichgültig.

Man sieht leicht, dass, wenn acht identische Systeme des Typus 1 in dieser Weise symmetrisch angeordnet werden, das sich ergebende zusammengesetzte System wie Typus 6 ein System von gleichen 12-Punktern ist. In diesem Falle jedoch enthalten alle Würfel eines der Systeme von Würfeln, in welche der Raum geteilt wurde**), 12-Punkter und nicht bloss die Hälfte derselben wie im Falle des Typus 6. Die Mittelpunkte der 12-Punkter bilden daher ein kubisches Raumgitter ***).

Das erweiterte System dreizähliger Axen des Typus 6 gehört offenbar diesem System an, und da wir schon gesehen haben, dass dieses erweiterte System die Axen des Typus 1 umfasst, so ist der obige Satz aus Gründen der Symmetrie bewiesen.

---

Wir wollen nun fortfahren zu zeigen, dass ein System, welches ein Beispiel des Typus 8 (60 nach Sohncke) ist, als das Resultat der Ineinanderstellung von acht mit einander identischen System des Typus 1 (58 nach Sohncke) angesehen werden kann, wobei das zusammengesetzte System die Axen und Deckbewegungen dieser acht Theilsysteme besitzt.

Um ein System vom Typus 8 aus einem System des Typus 1 herzuleiten, führe man zwei solche zweizählige Drehungen aus, wie sie zur Erzeugung eines Systems vom Typus 6 angewandt wurden, und sodann eine vierzählige Drehung, indem man die Axe einer dieser Drehungen in eine vierzählige verwandelt.

---

*) Siehe S. 10.

**) Dies gilt in gleicher Weise für die beiden Theilungen.

***) Siehe Entwickelung einer Theorie etc., S. 156.

Man sieht leicht, dass die zwei Lagen des Systems von 12-Punktern des Typus 6, welche man durch Anwendung der letzteren Drehung erhält, zusammengenommen ein System von 24-Punktern ergeben, deren Mittelpunkte und deren dreizählige Axen jene des Systems von 12-Punktern sind*).

Es wurde gezeigt, dass das System vom 12-Punktern aus vier Systemen des Typus 1 besteht und die Axen dieser Systeme besitzt; deshalb besteht das System von 24-Punktern aus acht solchen Systemen und besitzt ebenfalls ihre Axen.

Die obige Behauptung ist also bewiesen.

---

Wir wollen nun weitergehen und zeigen, dass ein System, welches ein Beispiel zum Typus 9 (63 nach Sohncke) ist, als das Ergebniss der Ineinanderstellung von acht mit einander identischen Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) betrachtet werden kann, wobei das zusammengesetzte System die Axen und Deckbewegungen dieser acht Theilsysteme besitzt.

Um ein System des Typus 9 aus einem System des Typus 1 abzuleiten, führe man eine vierzählige Schraubung aus, entweder eine solche, wie sie gerade angewandt wurde, um ein System des Typus 3 zu erzeugen, oder die zur Erzeugung des Typus 4 gebrauchte, und ferner zwei zweizählige Drehungen, wie sie zur Herstellung des Typus 6 nöthig waren**); die Aufeinanderfolge ist gleichgültig. Jede der obigen Schraubungen bringt das erweiterte System dreizähliger Axen zur Deckung.

Wenn die Drehungen zuerst ausgeführt werden, sieht man leicht, dass die zwei Lagen des Systems von 12-Punktern des Typus 6, welche man durch Anwendung einer der erwähnten Schraubungen erhält, 12-Punkter in den Würfeln eines Halbsystems von Würfeln jeder der beiden Raumtheilungen ergeben; die 12-Punkter des einen Halbsystems haben jedoch die entgegengesetzte Orientirung bezüglich der vier Richtungen der Würfeldiagonalen, wie jene der 12-Punkter des anderen Halbsystems.

Das in dieser Weise aus acht identischen Systemen vom Typus 1 zusammengesetzte System hat, weil es das erweiterte System der dreizähligen Axen besitzt, die Deckbewegungen dieser Axen, welche, wie wir gesehen, die Deckbewegungen des Typus 1 in sich begreifen.

Die Identität dieses zusammengesetzten Systems mit Sohncke's System 63 wird durch die Thatsache bewiesen, dass die relative Lage entsprechender Schrauben- und Drehaxen in beiden die gleiche ist.

Um diese Identität besser hervortreten zu lassen, ist eine Zeichnung beigefügt (Fig. 10), welche die relativen Lagen entsprechender Gruppen

---

*) Vergl. Entwickelung einer Theorie etc., S. 166.

**) Siehe S. 11, 12, 17.

von vier Punkten jedes 12-Punkters vielleicht etwas deutlicher zeigt als Fig. 63, Taf. V in Sohncke's Werk, welche dieselbe Art Theilsystem darstellt. Die Bezeichnungsweise entspricht der in den Fig. 2, 3, 6 und 7.

---

Wir wollen nun weiter zeigen, dass ein System, welches ein Beispiel zu Typus 10 (56 nach Sohncke) ist, als das Resultat der Ineinanderstellung von sechzehn mit einander identischen Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) angesehen werden kann, wobei die Axen und Deckbewegungen dieser 16 Theilsysteme dem zusammengesetzten Systeme angehören.

Um ein System des Typus 10 aus einem Systeme des Typus 1 abzuleiten, führe man in beliebiger Ordnung aus: eine zweizählige Drehung, wie sie eben angewandt wurde, um ein System des Typus 2*) zu erhalten, zwei zweizählige Drehungen, wie sie zur Erzeugung eines Systems vom Typus 6**) nöthig waren, und eine Schiebung in einer der vier Richtungen der Würfeldiagonalen, so dass die Würfel, in welche der Raum durch die erste Theilung eingetheilt wurde, zur Deckung mit jenen kommen, in welche der Raum durch die zweite Theilung abgetheilt ward.

Wenn die Drehungen zuerst ausgeführt werden, sieht man leicht, dass die zwei Lagen des Systems von 12-Punktern des Typus 7, welche man durch die Ausführung der Schiebung erhält, identische 12-Punkter in allen Würfeln der beiden Systeme von Würfeln ergeben, in welche der Raum nach einander getheilt wurde; und dass das erhaltene zusammengesetzte System aus 16 identischen Systemen des Typus 1 besteht. Ueberdies bringt diese Schiebung das erweiterte System der dreizähligen Axen zur Deckung, und daher besitzt das zusammengesetzte System die Deckbewegungen dieser Axen, welche die Deckbewegungen des Typus 1 in sich begreifen.

Die Identität dieses zusammengesetzten Systems mit Sohncke's System 56 wird durch die Thatsache bewiesen, dass die relative Lage der entsprechenden Schrauben- und Drehaxen und Schiebungsrichtungen in beiden dieselbe ist.

---

Es soll nun weiter gezeigt werden, dass ein System, welches ein Beispiel zu Typus 11 (64 nach Sohncke) ist, als das Product der zusammensetzung von sechszehn mit einander identischen Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) betrachtet werden kann, indem die Axen und Deckbewegungen dieser 16 Theilsysteme dem zusammengesetzten Systeme zukommen.

Um ein System des Typus 11 aus einem Systeme des Typus 1 abzuleiten, führe man in beliebiger Ordnung aus: eine zweizählige Drehung,

---

*) Siehe S. 10.
**) Siehe S. 17.

wie sie vorhin angewendet wurde, um ein System des Typus 2 zu erzeugen, eine vierzählige Schraubung, entweder eine solche, wie sie zur Herstellung eines Systems des Typus 3 nöthig war, oder die zur Erzeugung eines Systems vom Typus 4 gebrauchte, und zwei zweizähligen Drehungen, wie sie die Erzeugung eines Systems des Typus 6 verlangte.

Man sieht leicht, wenn die zur Erzeugung des Typus 6 erforderlichen zweizähligen Drehungen zuerst ausgeführt werden, dass die vier Lagen von 12-Punktern des Typus 6, welche man durch die Ausführung der übrigen Bewegungen erhält, gleiche 12-Punkter in die Würfel aller vier Halbsysteme von Würfeln liefern, in welche der Raum getheilt worden, wobei jedoch die 12-Punkter des einen vollständigen Würfelsystems die entgegengesetzte Orientirung bezüglich der vier Richtungen der Würfeldiagonalen haben, wie jene des anderen vollständigen Würfelsystems.

Das derartig aus sechzehn identischen Systemen des Typus 1 aufgebaute System hat, da es das erweiterte System dreizähliger Axen besitzt, die Deckbewegungen dieser Axen, welche jene des Typus 1 in sich begreifen.

Die Identität dieses zusammengesetzten Systems mit Sohncke's System 64 wird durch die Thatsache bewiesen, dass die relative Lage der entsprechenden Schrauben- und Drehaxen in beiden dieselbe ist.

Um diese Identität besser hervortreten zu lassen, ist eine Zeichnung beigefügt (Fig. 11), welche die relativen Lagen entsprechender Gruppen von vier Punkten jedes 12-Punkters vielleicht etwas deutlicher zeigt, als Fig. 64, Tafel V in Sohncke's Werk, welche dieselbe Art Theilsystem darstellt. Die Bezeichnungsweise entspricht der in den Fig. 2, 3, 6 und 7.

---

Wir wollen nun weiter zeigen, dass ein System, welches ein Beispiel zu Typus 12 (59 nach Sohncke) ist, als das Resultat der Zusammensetzung von 16 mit einander identischen Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) angesehen werden kann, indem die Axen- und Deckbewegungen dieser 16 Theilsysteme dem zusammengesetzten Systeme angehören.

Um ein System des Typus 12 aus einem Systeme des Typus 1 abzuleiten, führe man in beliebiger Ordnung aus: eine zweizählige Drehung, wie sie gerade angewendet wurde, um ein System des Typus 2 zu erzeugen, zwei zweizählige Drehungen, wie sie zur Erzeugung eines Systems des Typus 6 erforderlich waren, und ferner eine vierzählige Drehung, indem man die Axe einer dieser letztgenannten Drehungen in eine vierzählige Axe verwandelt.

Man sieht leicht, dass die zwei Lagen des Systems von 12-Punktern des Typus 7, welche man durch die Ausführung der letztgenannten Drehung erhält, zusammengenommen ein System von 24-Punktern erzeugen, deren

Centra und deren dreizählige Axen diejenigen des Systems von 12-Punktern sind.

Es wurde gezeigt, dass das System von 12-Punktern aus acht Systemen des Typus 1 besteht und die Axen dieser Systeme besitzt; das System der 24-Punkter besteht also aus 16 solchen Systemen und besitzt ebenfalls ihre Axen.

---

Es soll nun weiter gezeigt werden, dass ein System, welches ein Beispiel zu Typus 13 (61 nach Sohncke) ist, als das Resultat der Ineinanderstellung von 32 mit einander identischen Systemen des Typus 1 (58 nach Sohncke) betrachtet werden kann, indem das zusammengesetzte System die Axen und Deckbewegungen dieser 32 Theilsysteme besitzt.

Um ein System des Typus 13 aus einem System des Typus 1 abzuleiten, führe man in beliebiger Ordnung aus: eine zweizählige Drehung, wie sie angewendet wurde, um ein System des Typus 2 zu erhalten; eine vierzählige Schraubung, entweder eine solche, welche zur Herstellung eines Systems des Typus 3 nöthig war, oder die zur Erzeugung eines Systems des Typus 4 erforderliche, zwei zweizählige Drehungen, wie sie die Erzeugung eines Systems des Typus 6 verlangte, und endlich eine vierzählige Drehung, indem man die Axe einer dieser beiden letztgenannten Drehungen in eine vierzählige Axe verwandelt.

Man sieht leicht, dass die zwei Lagen des Systems von 12-Punktern des Typus 11, welche man durch die letztere Drehung erhält, zusammengenommen ein System von 24-Punktern ergeben, deren Centra und deren dreizählige Axen jene des Systems der 12-Punkter sind.

Es wurde gezeigt, dass das System der 12-Punkter aus sechzehn Systemen des Typus 1 besteht und die Axen dieser Systeme besitzt; daher besteht das System der 24-Punkter aus 32 solchen Systemen und besitzt ihre Axen ebenfalls.

Entsprechend jedem der so untersuchten 13 regelmässigen Sohncke-schen Systeme giebt es einen mindest-symmetrischen Typus einer homogenen Structur ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, welcher dieselben Deckbewegungen wie das Sohncke'sche System besitzt, und in welchem daher jede Schaar gleichartiger Punkte ein solches Punktsystem bestimmt.

Von diesen 13 Typen der homogenen Structur haben jene fünf, deren Punktsysteme beziehungsweise den Typen 1, 2, 6, 7 und 10 angehören, die Tetartoëdrie der Classe 32 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen*), und die übrigen acht, deren Punktsysteme bezw. von den Typen 3, 4, 5, 8, 9, 11 und 13 sind, die gyroëdrische Hemiëdrie der Classe 29. Alle

*) Diese Zeitschr. 20, 467.

13 Typen homogener Structur haben denselben Grad der Symmetrie, wie die mindest-symmetrischen Punktsysteme, welche ihre gleichartigen Punkte bestimmen.

**Die hexagonale Systemgruppe.**

Diese Rubrik umfasst nur jene Systeme, welche sechszählige Axen besitzen.

Die zwölf Sohncke'schen Systeme, welche hexagonale Symmetrie besitzen, d. s. jene unter V A, V B seiner Uebersichtstabelle, bestehen je aus einer endlichen Anzahl mit einander identischer Systeme, entweder von dem Muster, welches Sohncke als System 42 bezeichnet, oder von dem als 43 bezeichneten, und jedes der zwölf Systeme besitzt die Axen und Deckbewegungen der Systeme, aus welchen es gebildet wird.

Genauer:

Typus 14 und 15 = Sohncke's Systemen 42 und 43.

Typus 16 und 17 (System 44 und 45) entstehen durch die Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme bezw. vom Typus 14 und 15; die Axen und Deckbewegungen dieser Theilsysteme gehören auch dem zusammengesetzten Systeme an.

Typus 18 und 19 (System 48 und 49) bestehen ebenfalls bezüglich aus zwei solchen Systemen, die ebenso mit dem zusammengesetzten Systeme in Beziehung stehen.

Typus 20 (System 46) besteht aus drei mit einander identischen Systemen entweder vom Typus 14 oder vom Typus 15.

Typus 21 und 22 (System 50 und 51) bestehen aus vier mit einander identischen Systemen bezw. vom Typus 14 und Typus 15.

Typus 23 (System 47) besteht aus sechs solchen Systemen des Typus 14 oder des Typus 15.

Typus 24 (System 52) besteht ebenfalls aus sechs solchen Systemen vom Typus 14 oder 15.

Typus 25 (System 53) besteht aus zwölf solchen Systemen vom Typus 14 oder vom Typus 15.

Diese Sätze können in fast derselben Weise bewiesen werden, wie jene bezüglich der regulären Systemgruppen.

Um die Typen 14 oder 15 (42 und 43 nach Sohncke) zu erhalten, theile man den Raum in gleiche regelmässige sechsseitige Prismen mit ebenen Endflächen, welche zusammenhängende Ebenen bilden.

Man nehme nun irgendwo einen Punkt in dem Systeme der Prismen an und lege durch denselben eine Ebene senkrecht zu den Prismenaxen. Durch geeignete Schiebungen bringe man entsprechende Punkte in jedes der regelmässigen Sechsecke, in welche diese Ebene durch die Prismenflächen getheilt wird. Schliesslich führe man eine Reihe sechszähliger

Schraubungen um eine beliebige Prismenaxe aus; die Schiebungscomponente dieser Schraubungen ist die Länge eines Prismas. In Folge dieser Schraubungen gelangt ein entsprechender Punkt in jedes der hexagonalen Prismen, welche den Raum erfüllen.

Das so erhaltene Punktsystem wird offenbar ein Beispiel zu Typus 14 oder zu Typus 15 sein, je nachdem die angewandte Schraubung eine rechte oder eine linke ist*).

Die Typen 16 und 17 (44 und 45 nach Sohncke) entstehen bezw. aus den Typen 14 und 15, welche als Theilsystem angewandt werden, wenn aus 14, bezw. 15 zwei identische Systeme hergestellt werden mittels einer zweizähligen Drehung um eine Axe, welche mit einer Prismenaxe zusammenfällt, oder um eine zu dieser parallelen Axe, welche in der Mitte zwischen zwei nächsten Prismenaxen liegt.

Die Typen 18 und 19 (48 und 49 nach Sohncke) entstehen bezüglich aus den Typen 14 und 15, welche als Theilsystem angewendet werden, wenn aus 14 bezw. 15 zwei identische Systeme erzeugt werden mittels einer zweizähligen Drehung, welche das System der Prismenaxen zur Deckung bringt, während die Richtung dieser Axen umgekehrt wird.

Dies wird der Fall sein, wenn die zweizählige Axe senkrecht zur Prismenaxe durch zwei gegenüberliegende Prismenkanten oder senkrecht zu zwei gegenüberliegenden Prismenflächen geht. Das durch eine solche Drehung erhaltene, den Raum erfüllende Doppelsystem von Prismen besitzt offenbar die Deckungen der Typen 14 und 15.

Typus 20 (46 nach Sohncke) entsteht aus Typus 14 oder Typus 15, als Theilsystem angewendet, wenn drei identische Systeme des einen dieser Typen hergestellt werden durch zwei aufeinanderfolgende dreizählige Drehungen um eine Axe, welche mit einer der sechszähligen Axen des Theilsystems zusammenfällt, oder um eine Axe, welche parallel zu dieser in der Mitte dreier nächster sechszähliger Axen verläuft.

Die Typen 21 und 22 (50 und 51 nach Sohncke) entstehen bezüglich aus Typus 14 oder 15, als Theilsystem angewendet, wenn vier identische Systeme des geeigneten der beiden genannten Typen hergestellt werden durch aufeinanderfolgende Ausführung der zur Erzeugung der Typen 16 und 17 nöthigen zweizähligen Drehung und der zur Herstellung der Typen 18 und 19 erforderlichen zweizähligen Drehung.

Typus 23 (47 nach Sohncke) entsteht aus Typus 14 oder 15, als Theilsystem angewendet, wenn sechs identische Systeme eines dieser Typen

---

*) Es ist klar, dass erzeugende Punkte, welche in derselben Parallelen zur Prismenaxe liegen, alle identische Punktsysteme hervorbringen werden, wenn Schraubungen von der gleichen Windung angewandt werden.

hergestellt werden mittels auf einander folgender sechszähliger Drehungen um eine Axe, die mit einer der sechszähligen Axen des Theilsystems zusammenfällt.

Typus 24 (52 nach Sohncke) entsteht aus Typus 14 oder 15, als Theilsystem angewandt, wenn man mittels der zur Erzeugung des Typus 20 nöthigen dreizähligen Drehungen und der zur Entstehung der Typen 18 und 19 erforderlichen zweizähligen Drehung sechs identische Systeme des einen der beiden Typen herstellt.

Typus 25 (53 nach Sohncke) entsteht aus Typus 14 oder 15, als Theilsystem angewendet, wenn man nacheinander ausführt: die zur Herstellung des Typus 18 und 19 nöthige zweizählige Drehung und die zur Erzeugung des Typus 23 gebrauchte sechszählige Drehung. Dadurch werden 12 identische Systeme eines dieser Typen ineinander gestellt.

Jedem der 12 Sohncke'schen Systeme der hexagonalen Gruppe entsprechend, giebt es einen mindest-symmetrischen Typus homogener Structur ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, welcher die gleichen Deckbewegungen wie das Sohncke'sche Punktsystem besitzt und in welchem daher jede Schaar homologer Punkte ein derartiges Punktsystem vorstellt.

Von diesen 12 Typen homogener Structur haben je sechs, deren Punktsysteme von den Typen 14, 15, 16, 17, 20 und 23 sind, die pyramidale Hemimorphie der Classe 18 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen *), und die übrigen sechs, deren Punktsysteme den Typen 18, 19, 21, 22, 24 und 25 angehören, die trapezoëdrische Hemiëdrie der Classe 10.

Es mag bemerkt werden, dass die Punktsysteme der Typen 20 und 23 (46 und 47 nach Sohncke), für sich betrachtet, eine höhere Symmetrie besitzen, als die oben erwähnten mindest-symmetrischen homogenen Structuren, welche dieselben enthalten; sie besitzen Symmetrieebenen, welche die Punktebenen schneiden und haben die Symmetrie der Classe 11 in Sohncke's Verzeichniss.

## Die tetragonale Systemgruppe.

Die 16 Sohncke'schen Systeme, welche tetragonale Symmetrie besitzen, d. s. jene unter IV A und IV B seiner Uebersichtstabelle, bestehen je aus einer endlichen Anzahl mit einander identischer Systeme entweder von dem Muster, welches von Sohncke als System 26 bezeichnet wird, oder von jenem als System 27 bezeichneten, und jedes der 16 Systeme besitzt die Axen und Deckbewegungen der Systeme, aus welchen es aufgebaut ist.

Genauer:

Die Typen 26 und 27 = System 26 und 27 von Sohncke.

---

*) Siehe diese Zeitschr. 20, 463.

Typus 28 (System 28) entsteht durch die Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme entweder des Typus 26 oder des Typus 27; die Axen und Deckbewegungen der Theilsysteme gehören überdies in jedem Falle dem zusammengesetzten System an.

Typus 29 (System 29) besteht ebenfalls aus zwei solchen Systemen einer der Typen, welche mit dem zusammengesetzten System in derselben Beziehung stehen.

Typus 30 und 31 (System 32 und 33) bestehen aus zwei solchen Systemen bezw. vom Muster der Typen 26 und 27.

Typus 32 und 33 (System 38 und 39) bestehen ebenso bezw. aus zwei identischen Systemen dieser selben beiden Systeme.

Typus 34 (System 30) besteht aus vier identischen Systemen eines der zwei Typen.

Typus 35 (System 34) besteht gleichfalls aus vier solchen identischen Systemen.

Typus 36 (System 35) besteht auch aus vier.

Typus 37 (System 40) ebenfalls aus vier.

Typus 38 (System 31) ist aus acht solchen identischen Systemen zusammengesetzt.

Typus 39 (System 36) desgleichen aus acht.

Typus 40 (System 41) desgleichen aus acht.

Typus 41 (System 37) besteht aus 16 solchen identischen Systemen.

Wie schon gesagt, sind in jedem Falle die Axen und Deckbewegungen aller identischer Theilsysteme dem zusammengesetzten System eigenthümlich.

Diese Sätze können in fast gleicher Weise bewiesen werden, wie jene für die regulären Systemgruppen.

Um die Typen 26 und 27 (26 und 27 nach Sohncke) zu erhalten, theile man den Raum in gleiche quadratische Prismen durch die Schaaren paralleler Ebenen, welche gegenseitig auf einander senkrecht stehen. Die Prismenaxen können nun als vierzählige Schraubenaxen betrachtet werden, deren Schiebungscomponente ein ganzes Vielfaches der Prismenlänge ist.

Man nehme nun irgendwo in dem Prismensystem einen Punkt an und lege durch denselben eine Ebene parallel zu den Endflächen der Prismen. Durch geeignete Schiebungen bringe man entsprechende Punkte symmetrisch in die Hälfte der Quadrate des Quadratsystems, in welches diese Ebene durch die Prismenflächen getheilt wird, und schliesslich führe man eine Reihenfolge von Bewegungen der vierzähligen Schraubung aus um eine der erwähnten vierzähligen Axen, indem man die Schiebungscomponente gleich der doppelten Prismenlänge macht.

Die Folge ist die Erzeugung entsprechender Punkte in einem von je vier der den Raum erfüllenden Prismen.

Das so erhaltene Punktsystem wird offenbar ein Beispiel zu Typus 26 oder zu Typus 27 sein, je nachdem die angewandte Schraubung eine rechte oder linke ist.

Typus 28 (28 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem angewandt, wenn zwei identische Systeme eines dieser Typen hergestellt werden mittels einer zweizähligen Drehung um eine zu den Prismenaxen parallele Axe, so dass das Viertelsystem der Prismen, welches die Punkte eines Theilsystems enthält, mit dem transversal (seitlich) angrenzenden Viertelsystem zur Deckung gebracht wird.

Eine solche Axe wird die Mittellinie einer Prismenfläche sein, welche parallel zu den Prismenkanten läuft.

In dem so erhaltenen, zusammengesetzten System werden die Prismenkanten vierzählige Schraubenaxen.

Typus 29 (29 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 26 oder Typus 27, als Theilsystem angewendet, wenn man mit Hülfe einer zweizähligen Drehung um eine der Prismenaxen zwei identische Systeme eines dieser Typen herstellt. Es fallen jetzt zwei Punkte in jedes Prisma des Viertelsystems der Prismen, welche die Punkte enthalten.

Die Typen 30 und 31 (32 und 33 nach Sohncke) werden beziehungsweise aus den Typen 26 und 27, als Theilsystem angewandt, abgeleitet, wenn zwei identische Systeme von dem geeigneten Typus der beiden zuletzt genannten hergestellt werden mittels einer zweizähligen Drehung um eine Axe, deren Richtung senkrecht zur Richtung der Prismenaxen steht, und welche so liegt, dass die Ausführung der Drehung die Axen der Prismen, welche die Punkte des Theilsystems enthalten, zur Deckung bringt, wobei jedoch die Richtung dieser Axen die entgegengesetzte wird.

Zu diesem Zweck muss die Axe der zweizähligen Drehung durch zwei gegenüberliegende Kanten eines Prismas gehen oder durch Parallele zu diesen, welche die Mittellinien zweier gegenüberliegender Prismenflächen bilden.

Das Doppelsystem der den Raum erfüllenden Prismen besitzt offenbar die Axen und Deckbewegungen der Typen 26 und 27.

Die Typen 32 und 33 (38 und 39 nach Sohncke) entstehen bezüglich aus den Typen 26 und 27, als Theilsystem angewandt, wenn man zwei identische Systeme vom betreffenden der genannten Typen herstellt mit Hülfe einer zweizähligen Drehung um eine Axe, deren Richtung senkrecht zur Richtung der Prismenaxen ist, und welche so liegt, dass die Ausführung der Drehung die Axen der Prismen, welche die Punkte des Theilsystems enthalten, in die Lagen bringt, welche ursprünglich die Axen jener Prismen einnahmen, welche seitlich an dieselben stossen, wobei jedoch die Richtung der Axen die entgegengesetzte wird.

Zu diesem Zweck muss die Axe der zweizähligen Drehung in einer Prismenfläche liegen.

Wie vorher besitzt das Doppelsystem der den Raum erfüllenden Prismen offenbar die Axen und Deckbewegungen der Typen 26 und 27.

Typus 34 (30 nach Sohncke) entsteht aus Typus 26 oder 27, als Theilsystem angewendet, wenn vier identische Systeme des einen oder anderen dieser Typen hergestellt werden mittels aufeinanderfolgender vierzähliger Drehungen um eine Axe, welche mit einer der Prismenaxen, d. h. mit einer Axe von irgend einer Art der vierzähligen Schraubungen des Theilsystems zusammenfällt.

Typus 35 (34 nach Sohncke) wird entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem gebraucht, erzeugt, wenn vier identische Systeme eines dieser Typen hergestellt werden durch die aufeinanderfolgende Ausführung der zur Erzeugung des Typus 28 angewendeten zweizähligen Drehung und entweder der zur Herstellung der Typen 30 und 31 nöthigen zweizähligen Drehung oder der zur Erzeugung der Typen 32 und 33 gebrauchten zweizähligen Drehung.

Typus 36 (35 nach Sohncke) erhält man entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem angewendet, wenn vier identische Systeme eines dieser Typen hergestellt werden durch die aufeinanderfolgende Ausführung der zur Erzeugung des Typus 29 angewandten zweizähligen Drehung und der zur Entstehung der Typen 30 und 31 nöthigen zweizähligen Drehung.

Typus 37 (40 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem angewandt, wenn vier identische Systeme des einen oder anderen dieser Typen hergestellt werden durch die successive Ausführung der zur Erzeugung des Typus 29 nöthigen zweizähligen Drehung und der zur Bildung der Typen 32 und 33 gebrauchten zweizähligen Drehung.

Typus 38 (31 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem gebraucht, wenn man acht identische Systeme eines dieser Typen dadurch herstellt, dass man nacheinander ausführt: die vierzähligen Drehungen, welche gebraucht wurden, um Typus 34 zu erzeugen, und eine zweizählige Schraubung um eine Axe, welche parallel zu den Prismenkanten läuft und die Mittellinie einer Prismenfläche bildet; die Schiebungscomponente dieser Schraubung ist die Länge eines Prismas.

Typus 39 (36 nach Sohncke) bildet man entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem gebraucht, wenn acht identische Systeme irgend eines dieser Typen dadurch hergestellt werden, dass man nach einander die zur Entstehung des Typus 34 gebrauchten vierzähligen Drehungen und die zur Erzeugung der Typen 30 und 31 angewandte zweizählige Drehung ausführt.

Typus 40 (41 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27 als Theilsystem, wenn acht identische Systeme des einen oder anderen dieser Typen dadurch hergestellt werden, dass man nach einander die zur Bildung des Typus 34 nöthigen vierzähligen Drehungen und die zur Erzeugung der Typen 32 und 33 erforderliche zweizählige Drehung ausführt.

Typus 41 (37 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 26 oder aus Typus 27, als Theilsystem angewendet, wenn man 16 identische Systeme eines dieser Typen dadurch herstellt, dass man nach einander die vierzähligen Drehungen und die zweizählige Schraubung, welche den Typus 38 ergeben, und die zur Erzeugung der Typen 30 und 31 nöthige zweizählige Drehung ausführt.

Jedem der 16 Sohncke'schen Systeme der tetragonalen Gruppe entsprechend giebt es einen mindest-symmetrischen Typus homogener Structur ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, der die gleichen Deckbewegungen wie das Sohncke'sche System besitzt, und in welchem daher jede Schaar gleichartiger Punkte ein solches Punktsystem bestimmt.

Von diesen 16 Typen homogener Structur haben sechs, nämlich jene, deren Punktsysteme den Typen 26, 27, 28, 29, 34 und 38 angehören, die pyramidale Hemimorphie der Classe 27 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen *), und die übrigen zehn, deren Punktsysteme beziehungsweise vom Typus 30, 31, 32, 33, 35, 36, 37, 39, 40 und 41 sind, die trapezoëdrische Hemiëdrie der Classe 22.

Es mag bemerkt werden, dass die Punktsysteme der Typen 29, 34 und 38 (29, 30 und 31 nach Sohncke), für sich betrachtet, eine höhere Symmetrie als die eben erwähnten mindest-symmetrischen homogenen Structuren besitzen, welche dieselben enthalten. Sie haben Symmetrieebenen, welche die Ebenen der Punkte schneiden und besitzen die Symmetrie der Classe 23.

### Die trigonale Systemgruppe.

Die elf Sohncke'schen Systeme, welche trigonale Symmetrie haben, d. h. jene unter III A und III B seiner Uebersichtstabelle, bestehen je aus einer endlichen Anzahl mit einander identischer Systeme entweder nach dem Muster, welches Sohncke als System 15 bezeichnet oder nach dem als 16 bezeichneten, und jedes der 11 Systeme besitzt die Axen und Deckbewegungen des Systems, aus welchem es gebildet ist.

Bestimmter:

Die Typen 42 und 43 = System 15 und 16 nach Sohncke.

Typ. 44 und 45 (System 19 und 20) entstehen aus der Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme, im ersten Fall nach dem Muster

---

*) Diese Zeitschr. 20, 466.

des Systems 15, im zweiten Fall vom System 16, wobei die Axen und Deckbewegungen der Systemcomponenten dem zusammengesetzten System eigen sind.

Typus 46 und 47 (System 23 und 24) bestehen ebenfalls bezüglich aus zwei identischen Systemen derselben Typen.

Typus 48 (System 17) besteht aus drei identischen Systemen eines der beiden Typen.

Typus 49 (System 21) besteht aus sechs solchen identischen Systemen.

Typus 50 (System 25) ebenfalls aus sechs.

Typus 51 (System 18) ist aus neun solchen identischen Systemen zusammengesetzt.

Typ. 52 (System 22) besteht aus achtzehn solchen identischen Systemen.

Wie gesagt, besitzt in jedem Fall das zusammengesetzte System die Axen und Deckbewegungen aller identischer Theilsysteme.

Diese Sätze können fast auf dieselbe Weise wie die früheren bewiesen werden.

Um die Typen 42 und 43 (15 und 16 nach Sohncke) zu erhalten, theile man den Raum in gleiche, regelmässige, sechsseitige Prismen wie im Falle der hexagonalen Systemgruppe.

Die Prismenaxen können nun als dreizählige Schraubenaxen angesehen werden, deren Sohiebungscomponente ein ganzes Vielfaches der Prismenlänge ist.

Man nehme nun irgendwo einen Punkt im Prismensystem an und lege durch denselben eine Ebene senkrecht zu den Prismenaxen. Mittels geeigneter Schiebungen bringe man homologe Punkte in eines von je dreien der Sechsecke, in welche diese Ebene von den Prismenkanten getheilt wird; dabei wähle man jene, welche mit dem, den ursprünglichen Punkt enthaltenden Sechseck ein symmetrisches System bilden (siehe Fig. 12). Schliesslich führe man zwei Bewegungen einer dreizähligen Schraubung um eine der Prismenaxen aus, indem man die Schiebungscomponente dieser Schraubung gleich der dreifachen Prismenlänge macht.

Dadurch werden entsprechende Punkte in eines von je neun der Prismen gebracht, welche den Raum erfüllen.

Das so erhaltene Punktsystem ist ein Beispiel zu Typus 42 oder zu Typus 43, je nachdem die angewandte Schraubung rechts oder links gewunden ist.

Die Typen 44 und 45 (19 und 20 nach Sohncke) entstehen beziehungsweise aus Typus 42 und 43, als Theilsystem, wenn zwei identische Systeme des betreffenden der beiden genannten Typen hergestellt werden durch eine zweizählige Drehung, deren Axe die Axe eines beliebigen Prismas schneidet und auf einer Fläche desselben senkrecht steht. Diese Drehung

bringt die Axen der das Theilsystem enthaltenden Prismen zur Deckung, ändert aber ihre Richtung in die entgegengesetzte um.

Das durch diese Drehung erhaltene Doppelsystem der den Raum erfüllenden Prismen besitzt offenbar die Axen und Deckbewegungen der Typen 42 und 43.

Die Typen 46 und 47 (23 und 24 nach Sohncke) lassen sich bezw. aus den Typen 42 und 43 herstellen, welche als Theilsystem angewendet werden, wenn zwei identische Systeme des betreffenden der beiden genannten Typen hergestellt werden mittels einer zweizähligen Drehung, deren Axe die Axe eines beliebigen Prismas und eine Kante desselben rechtwinklig schneidet.

Diese Drehung bringt die sämmtlichen Axen der das Theilsystem enthaltenden Prismen zur Deckung, verwandelt aber ihre Richtung in die entgegengesetzte und verwechselt die verschiedenen Arten derselben.

Auch in diesem Falle besitzt das Doppelsystem der den Raum erfüllenden Prismen, welches man durch diese Drehung erhält, die Axen und Deckbewegungen der Typen 42 und 43.

Typus 48 (17 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 42 oder aus Typus 43, als Theilsystem angewendet, wenn drei identische Systeme eines dieser Typen hergestellt werden mittels aufeinander folgender dreizähliger Drehungen um eine Axe, die mit einer Prismenaxe zusammenfällt, d. h. mit einer Axe einer der Arten dreizähliger Schraubenaxen des Theilsystems.

Typus 49 (21 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 42 oder Typus 43, als Theilsystem angewendet, wenn sechs identische Systeme des einen oder anderen der beiden Typen dadurch hergestellt werden, dass man nach einander die zur Erzeugung der Typen 44 und 45 angewandte zweizählige Drehung und die zur Herstellung des Typus 48 nothwendigen dreizähligen Drehungen ausführt.

Typus 50 (25 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 42 oder Typus 43, als Theilsystem gebraucht, wenn sechs identische Systeme eines dieser Typen dadurch hergestellt werden, dass man nach einander die zweizählige Drehung, welche zur Bildung der Typen 46 und 47 angewandt wurde, und die dreizähligen Drehungen, welche zur Erzeugung des Typus 48 erforderlich waren, ausführt.

Typus 51 (18 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 42 oder aus Typus 43, als Theilsystem angewandt, wenn neun identische Systeme eines dieser Typen dadurch hergestellt werden, dass man nach einander ausführt: die zur Erzeugung des Typus 48 nöthigen dreizähligen Drehungen und zwei Bewegungen einer dreizähligen Schraubung, deren Schiebungscomponente die Prismenlänge ist, um eine Axe, welche mit einer beliebigen Pris-

menkante zusammenfällt. Es entsteht der gleiche Typus, ob nun eine Rechts- oder eine Linksschraubung angewendet wird.

In diesem Falle wird das System der Prismen nach jeder Bewegung zur Deckung gebracht und die Punkte werden in jedes dritte Prisma gelegt.

Typus 52 (22 nach Sohncke) entsteht entweder aus Typus 42 oder aus Typus 43, als Theilsystem angewandt, wenn 18 identische Systeme eines dieser Typen dadurch gebildet werden, dass man nach einander ausführt: die zweizähligen Drehungen, welche die Typen 44 und 45 erzeugen, und die dreizähligen Drehungen und dreizähligen Schraubungen, welche zur Erzeugung des Typus 51 angewendet wurden.

Jedem der elf Sohncke'schen Systeme der trigonalen Gruppe entsprechend giebt es einen mindest-symmetrischen Typus homogener Structur ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, welcher die gleichen Deckbewegungen wie das Sohncke'sche System besitzt und in welchem daher jede Schaar homologer Punkte ein solches Punktsystem bestimmt.

Von diesen elf Typen homogener Structur haben vier, nämlich jene, deren Punktsysteme vom Typus 42, 43, 48 und 51 sind, die hemimorphe Tetartoëdrie der Classe 20 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen*), und die anderen sieben, deren Punktsysteme den Typen 44, 45, 46, 47, 49, 50 und 52 angehören, die trapezoëdrische Tetartoëdrie der Classe 15.

Es mag bemerkt werden, dass ein Punktsystem vom Typus 48 (17 nach Sohncke), für sich betrachtet, eine höhere Symmetrie hat, als jenes der dasselbe enthaltenden, mindest-symmetrischen, homogenen Structur. Es besitzt Symmetrieebenen, welche die Punktebenen schneiden, und hat die Symmetrie der Classe 16.

### Die rhombische Systemgruppe.

Die neun Sohncke'schen Systeme, welche rhombische Symmetrie haben, d. s. jene unter II B**) seiner Uebersichtstabelle, bestehen je aus einer endlichen Anzahl mit einander identischer Systeme nach dem Muster eines speciellen Falles von Sohncke's System 3, und jedes der neun Systeme besitzt die Axen und Deckbewegungen der Systeme, aus welchen es besteht.

Genauer:

Typus 53 (6 nach Sohncke) entsteht aus der Ineinanderstellung zweier mit einander identischer Systeme jenes speciellen Falles von Sohncke's System 3, in welchem die Theilraumgitter rechtwinklig sind.

---

*) Diese Zeitschr. 20, 468.

**) Wie früher erwähnt, sind System 9 und 13 nach Sohncke vom gleichen Typus.

Typus 54 (System 11 nach Sohncke) besteht gleichfalls aus zwei solchen identischen Systemen.

T. 55 (12 nach Sohncke) besteht ebenfalls aus zwei.

- 56 (5 n. Sohncke), - 57 (9 n. Sohncke), - 58 (11 n. Sohncke) } besteht aus vier solchen identischen Systemen.
- 59 (7 n. Sohncke), - 60 (10 n. Sohncke) } besteht aus acht solchen identischen Systemen.
- 61 (8 n. Sohncke) besteht aus sechszehn solchen Systemen.

Wie gesagt, besitzt in jedem Falle das zusammengesetzte System die Axen und Deckbewegungen aller identischer Theilsysteme.

Diese Sätze können in fast gleicher Weise wie die früheren bewiesen werden.

Um den erwähnten speciellen Fall des Systems 3 zu erhalten, in welchem die Theilraumgitter der Punkte rechtwinklig sind, theile man den Raum in gleiche congruente Parallelepipeda, indem man drei Schaaren äquidistanter paralleler Ebenen legt, welche auf einander senkrecht stehen; die Entfernung der Ebenen jeder Schaar ist verschieden.

Man nehme nun irgendwo in dem Systeme einen Punkt an und lege durch denselben eine Ebene parallel zu den Ebenen einer der drei Schaaren. Mittelst passender Schiebungen bringe man homologe Punkte in eines von je vier der Rechtecke, in welche jene Ebene von den beiden anderen Ebenenschaaren getheilt wird; dabei wähle man jene, welche mit dem den ursprünglichen Punkt enthaltenden Rechtecke ein symmetrisches System bilden. Schliesslich führe man eine zweizählige Schraubung um eine beliebige der Parallelepipedaxen aus, welche senkrecht auf der zuletzt gelegten Ebene stehen, indem man die Schiebungscomponente dieser Schraubung gleich der doppelten Länge eines Parallelepipeds, gemessen in der Richtung der Axe der Schraubung, macht.

Dadurch werden entsprechende Punkte in eines von je acht der den Raum erfüllenden Parallelepipeda gebracht.

Das so erhaltene Punktsystem ist ein Beispiel zum verlangten speciellen Falle des Systems 3.

Typus 53 (6 nach Sohncke) entsteht aus diesem speciellen Falle des Systems 3, als Theilsystem angewendet, wenn zwei identische Theilsysteme von diesem Typus hergestellt werden durch eine zweizählige Drehung um eine Axe senkrecht zu den Axen des Theilsystems, welche so liegt, dass die Ausführung der Drehung jede Art der Axen dieses Systems zur Deckung bringt, während sie die Richtung derselben umkehrt. Zu diesem Zweck muss die neue Axe mitten zwischen benachbarten Ebenen der einen der zwei Schaaren paralleler Ebenen liegen, welche parallel zu den Axen des Theilsystems sind.

Das durch diese Drehung erhaltene Doppelsystem von Parallelepipeden, welche den Raum erfüllen, besitzt die Axen und Deckbewegungen des Theilsystems.

Typus 54 (14 nach Sohncke) entsteht aus demselben Theilsystem wie Typus 53, wenn man zwei identische Theilsysteme dadurch herstellt, dass man eine zweizählige Schraubung um eine zur Axe dieses Systems senkrechte Axe ausführt, welche Axe in einer Ebene der einen oder anderen der beiden zu diesen Axen parallelen Ebenenschaaren liegt. Die Schiebungscomponente der Schraubung ist die Länge eines Parallelepipeds, gemessen in der Richtung der Axe der Schraubung.

Wie im letzten Falle besitzt das durch diese Schraubung erhaltene Doppelsystem der den Raum erfüllenden Parallelepipeda die Axen und Deckbewegungen des Theilsystems.

Typus 55 (12 nach Sohncke) wird ebenfalls aus demselben Theilsystem erzeugt, wenn zwei identische Theilsysteme hergestellt werden durch Anwendung einer der zweizähligen Schraubenaxen, welche zur Erzeugung des Typus 54 gebraucht wurden, als Drehungs-, statt als Schraubenaxe.

Dieselbe Bemerkung, wie die im Falle der Typen 53 und 54 gemachte, gilt auch für das erhaltene Doppelsystem der Parallelepipeda.

Typus 56 (5 nach Sohncke) entsteht aus demselben Theilsystem, wenn vier identische Theilsysteme dadurch hergestellt werden, dass man nach einander ausführt: eine zweizählige Drehung, wie sie zur Erzeugung des Typus 53 angewandt wurde, und eine zweizählige Drehung um eine Axe, welche durch den Mittelpunkt eines beliebigen Parallelepipeds in der Richtung der Axen des Theilsystems gezogen ist.

Typus 57 (9 nach Sohncke) entsteht aus dem gleichen Theilsystem, wenn vier identische Theilsysteme dadurch hergestellt werden, dass man nacheinander ausführt: eine zweizählige Drehung, wie die zur Herstellung des Typus 53 gebrauchte, und eine zweizählige Schraubung um eine in einer Parallelepipedkante gelegene Axe, welche die Richtung der Axen des Theilsystems hat. Die Schiebungscomponente der Schraubung ist die Länge eines Parallelepipeds. Auch eine zur Richtung der Axen des Theilsystems senkrechte Schraubung, welche diese Axen in Lagen bringt, die mitten zwischen ihren ursprünglichen Lagen sich befinden, wird den gleichen Erfolg haben.

Typus 58 (11 nach Sohncke) entsteht aus dem nämlichen Theilsystem, wenn man vier identische Theilsysteme dadurch herstellt, dass man nacheinander ausführt: eine zweizählige Drehung, wie sie zur Erzeugung des Typus 53 nöthig war, und eine zweizählige Drehung um eine der zur Bildung des Typus 57 gebrauchten Schraubenaxen.

Typus 59 (7 nach Sohncke) entsteht aus demselben Theilsystem, wenn acht identische Theilsysteme dadurch hergestellt werden, dass man nach-

einander ausführt: die beiden Arten zweizähliger Drehungen, welche Typus 56 erzeugten und eine Bewegung, welche ein Parallelepiped, das einen Punkt des erzeugenden Systems enthält, an die Stelle eines der Parallelepipeda bringt, welche mit demselben eine einzige Kante gemeinsam haben, z. B. eine zweizählige Drehung um eine seiner Kanten als Axe. Oder man kann die acht Theilsysteme erzeugen, wenn man entweder die Bewegungen, welche Typus 57 erzeugten, oder jene, welche Typus 58 ergaben, nach einander ausführt und hierauf noch eine zweizählige Drehung um eine Axe des Theilsystems bewerkstelligt.

Typus 60 (10 nach Sohncke) entsteht aus dem gleichen Theilsysteme, wenn acht identische Theilsysteme dadurch hergestellt werden, dass man nach einander folgende Bewegungen ausführt: die zwei Arten zweizähliger Drehungen, welche zur Erzeugung des Typus 56 angewendet wurden, und eine solche Bewegung, welche ein Parallelepiped, das einen Punkt des Theilsystems enthält, an den Ort eines der Parallelepipeda bringt, welche mit demselben eine einzige Ecke gemein haben. Dies kann geschehen entweder durch eine geeignete Schiebung oder durch eine zweizählige Schraubung.

Typus 61 (8 nach Sohncke) entsteht aus demselben Theilsysteme, wenn sechzehn identische Theilsysteme dadurch hergestellt werden, dass man nach einander folgende Bewegungen ausführt: die zwei Arten zweizähliger Drehungen, welche zur Bildung des Typus 56 nöthig waren, und zwei solche Bewegungen, welche ein Parallelepiped, das einen Punkt des erzeugenden Theilsystems enthält, an den ursprünglichen Ort zweier der Parallelepipeda bringen, welche zwei rechtwinklig zusammenstossende Kanten mit demselben gemein haben; z. B. zwei aufeinander folgende zweizählige Drehungen um irgend zwei seiner Kanten, die nicht zu einander parallel sind, als Axen.

Zu jedem der neun Sohncke'schen Systeme der rhombischen Gruppe giebt es einen entsprechend mindest-symmetrischen Typus homogener Structur ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, welcher dieselben Deckbewegungen wie das Sohncke'sche Punktsystem besitzt, und in welchem daher jede Schaar homologer Punkte ein solches Punktsystem ergiebt.

Diese neun Typen homogener Structur haben die Hemiëdrie der Classe 7 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen *).

### Die rechtwinklig-rhomboidisch-prismatische Systemgruppe.

Die drei Sohncke'schen Systeme, welche durch diese Art der Symmetrie charakterisirt sind, d. s. jene unter IIA seiner Uebersichtstabelle, bestehen

*) Diese Zeitschr. 20, 459.

je aus einer endlichen Anzahl mit einander identischer Systeme nach dem Muster von Sohncke's System 3, und jedes der drei Systeme besitzt die Axen und Deckbewegungen der Systeme, aus welchen es besteht.

Bestimmter ausgedrückt:

Typus 62 = Sohncke's System 3.

Typus 63 (System 2) entsteht aus der Ineinanderstellung von zwei mit einander identischen Systemen nach dem Muster des Typus 62.

Typus 64 (System 4) besteht aus vier solchen identischen Systemen.

Um Typus 62 (3 nach Sohncke) zu erhalten, theile man den Raum in rhomboidische Prismen, indem man drei Schaaren paralleler, äquidistanter Ebenen legt, von denen die eine Schaar die beiden anderen rechtwinklig schneidet.

Man nehme nun irgendwo in diesem Prismensysteme einen Punkt an und lege durch denselben eine Ebene parallel zu der Schaar von Ebenen, welche auf den beiden anderen Schaaren senkrecht steht. Durch passende Schiebungen bringe man homologe Punkte in eines von je vier der Parallelogramme, in welche diese Ebene durch die beiden Ebenenschaaren, welche dieselbe rechtwinklig schneiden, getheilt wird; dabei wähle man jene, welche mit dem Parallelogramm, das den angenommenen Punkt enthält, zusammen ein symmetrisches System bilden. Schliesslich führe man eine zweizählige Schraubung aus um eine Axe eines der Prismen des Systems, indem man die Schiebungscomponente dieser Schraubung gleich der doppelten Länge eines Prismas macht.

Dadurch werden Punkte in eines von je acht Prismen gebracht.

Das so erhaltene Punktsystem ist ein Beispiel zu Typus 62.

Typus 63 (2 nach Sohncke) entsteht aus Typus 62, als Theilsystem angewendet, wenn zwei identische Theilsysteme von diesem Typus mittelst einer zweizähligen Drehung, welche eine beliebige Prismenaxe zur Axe hat, hergestellt werden.

Typus 64 (4 nach Sohncke) lässt sich aus Typus 62, als Theilsystem gebraucht, erzeugen, wenn vier identische Theilsysteme von diesem Typus durch die aufeinander folgende Ausführung folgender Bewegungen hergestellt werden: die zweizählige Drehung, welche zur Erzeugung des Typus 63 erforderlich war, und eine solche Bewegung, welche ein Prisma, das einen Punkt des Theilsystems enthält, an den ursprünglichen Ort eines der Prismen bringt, welche eine Kante einer der Prismenendflächen mit ihm gemeinsam haben. Dies kann entweder durch eine geeignete Schiebung oder durch eine zweizählige Schraubung geschehen.

Zu jedem der drei Sohncke'schen Systeme der rechtwinklig-rhomboidisch-prismatischen Gruppe giebt es einen entsprechenden mindest-symmetrischen Typus homogener Structur, ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, welcher dieselben Deckbewegungen wie das Sohncke'sche Punkt-

system besitzt, und in welchem daher jede Schaar homologer Punkte ein solches Punksystem ergiebt.

Diese drei Typen homogener Structur haben die Hemimorphie der Classe 5 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen.

Es mag bemerkt werden, dass alle drei Punktsysteme, für sich allein genommen, eine höhere Symmetrie haben als die sie enthaltenden mindestsymmetrischen homogenen Structuren; sie besitzen Symmetrieebenen, welche die Punktebenen schneiden, und haben die Symmetrie der Classe 3.

### Die asymmetrische Systemgruppe.

Nur ein einziges System von Sohncke gehört hierher:

Typus 65 = System 1 nach Sohncke.

Diesem Punktsysteme entsprechend haben wir einen mindest-symmetrischen Typus homogener Structur, ohne Symmetriecentren und Symmetrieebenen, welcher dieselben Deckschiebungen wie das Punktsystem besitzt, und in welchem daher jede Schaar homologer Punkte ein solches Punktsystem bestimmt.

Dieser Typus homogener Structur hat die Hemimorphie der Classe 2 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen.

Es mag bemerkt werden, dass das Punktsystem, für sich betrachtet, eine höhere Symmetrie hat als die mindest-symmetrischen, dasselbe enthaltenden homogenen Structuren; es besitzt Symmetriecentren und hat die Symmetrie der Classe 1 in Sohncke's Verzeichniss.

Das Obige vervollständigt den Beweis des Satzes, dass jedes der 65 Sohncke'schen Systeme aus einer endlichen Anzahl des einen oder anderen von zehn Fundamentalsystemen besteht.

Wenn die Sohncke'schen Systeme nach ihren Deckbewegungen in Classen eingetheilt werden, bilden sie, wie wir gesehen, sieben Gruppen; man sieht also, dass alle möglichen homogenen Structuren in diese sieben Classen zerfallen werden, da auch sie durch diese Deckbewegungen charakterisirt sind, nämlich in:

1. Die kubische oder reguläre Gruppe.
2. Die hexagonale Gruppe.
3. Die tetragonale Gruppe.
4. Die trigonale Gruppe.
5. Die rhombische Gruppe.
6. Die rechtwinklig-rhomboidisch-prismatische Gruppe.
7. Die asymmetrische Gruppe.

Das Problem der Eintheilung einer homogenen Structur in gleiche Raumeinheiten ist offenbar ein unbestimmtes, aber die Bedingungen, welchen eine Einheit einer solchen Eintheilung genügen muss, sind augenscheinlich drei und nur drei, das heisst so lange die Structur neben ihrer

Eintheilung nicht auch die Eigenschaft besitzt, mit ihrem eigenen Spiegelbilde*) identisch zu sein.

1. Eine Raumeinheit ist stetig.

2. Sie enthält alle Punktgattungen, d. h. jede Art eines Standpunktes, von welchem aus die Structur betrachtet werden kann.

3. Alle Punkte in ihr sind verschieden, d. h. stehen in anderer Beziehung zur ganzen Structur.

Irgend ein Theil der homogenen Structur, welcher diesen drei Bedingungen genügt, ist eine geometrische Raumeinheit.

Wenn eine Einheit bestimmt ist, wird man die Orte der homologen Einheiten finden, indem man auf dieselbe die Deckbewegungen der Structur anwendet.

Da in jeder Drehaxe sich gleichartige Punkte vereinigen, so ist aus dem eben Gesagten klar, dass, von welcher Art auch die Eintheilung sein mag, eine Raumeinheit eine Drehaxe von jeder der in der Structur vorhandenen Arten besitzen muss und zwar in ihren Grenzflächen liegend; dass ferner kein Theil einer Drehaxe in die Raumeinheit eindringen kann, sondern längs der Grenzen derselben verlaufen muss; dass ferner zwei homologe Grenztheile, welche verschiedenen Raumeinheiten angehören, in jeder zweizähligen Axe zusammentreffen müssen, ebenso drei in jeder dreizähligen, vier in jeder vierzähligen und sechs in jeder sechszähligen Axe**).

Um dies zu illustriren, ist der Schnitt einer möglichen Raumeintheilung einer homogenen Structur ohne Symmetriecentren und Symmetrieaxen beigefügt (Fig. 13), deren homologe Punkte Punktsysteme vom Typus 48 (17 nach Sohncke) bestimmen. Die Schnittebene steht beliebig senkrecht auf den dreizähligen Axen. Die Schnittpunkte der drei Arten dreizähliger Axen sind mit *A*, *B*, *C* bezeichnet.

## II. Homogene Structuren, welche mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch sind.

Viele homogene Structuren besitzen eine gewisse Symmetrieeigenschaft ausser der oben definirten Eigenschaft der Homogenität. Sie sind, wenn sie als unbegrenzt gedacht werden, mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch***).

Der Kugelhaufen, welcher bereits als Beispiel einer homogenen Struc-

---

*) S. S. 3. Vergl. E. von Fedorow in dieser Zeitschr. **20**, 62.

**) Vergl. Krystallsysteme und Krystallstructur von H. Schönflies 1891, S. 573. Wenn die Raumeintheilung an der neuen, auf S. 3 erwähnten Eigenschaft theilnimmt, und die eingetheilte Structur mit ihrem eigenen Spiegelbild identisch sein soll, so wird offenbar die Raumeintheilung eine höhere Symmetrie haben. Siehe S. 59.

***) Vergl. Krystallsysteme und Krystallstructur S. 9.

tur*) angeführt worden, ist ein Beispiel für die Existenz dieser neuen Eigenschaft.

Man wird, wie gesagt, finden, dass dies die einzige Eigenschaft ist, deren Besitz den Grad der Symmetrie einer homogenen Structur steigert; sie erhöht ihn über jenen ihrer Sohncke'schen Punktsysteme.

Es ist klar, dass in irgend einer homogenen mit dieser Eigenschaft begabten Structur jeder Punkt in der Structur einen anderen, ihm entsprechenden Punkt hat, so dass der Anblick der Structur als Ganzes von dem einen Punkte aus zu dem Anblicke vom anderen aus dieselbe Beziehung zeigt, wie sie zwischen der rechten und linken Hand besteht, wofern nicht thatsächlich die Lage des Punktes eine solche ist, dass das von ihm aus erhaltene Bild der Structur mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist.

Wenn so in dem erwähnten Kugelhaufen ein Punkt auf's Geradewohl angenommen wird, sei es in einer beliebigen Kugel oder in dem Raume zwischen den Kugeln, und durch denselben eine Senkrechte auf eine der Symmetrieebenen der Structur gefällt wird, so entspricht der Punkt auf dieser Senkrechten, welcher die gleiche Entfernung von der Symmetrieebene hat wie der gewählte Punkt, diesem letzteren in der beschriebenen Weise.

Oder wenn in einem Systeme, welches aus gleichen Kugeln besteht, welche mit ihren Mittelpunkten in den Punkten irgend eines Raumgitters liegen, ein Punkt beliebig angenommen und durch denselben und einen Kugelmittelpunkt eine Gerade gezogen wird, so entspricht der Punkt dieser Geraden, welcher auf der einen Seite in der gleichen Entfernung vom Centrum liegt, wie der angenommene Punkt auf der anderen Seite, dem angenommenen Punkte in dieser Weise.

Punkte in derselben Structur, welche so mit einander verwandt sind, werden enantiomorph-ähnliche Punkte genannt werden.

Wenn eine homogene Structur mit ihrem eigenen Spiegelbilde identisch ist, und folglich, wie eben gezeigt, enantiomorph-ähnliche Punkte enthält, so ist klar, dass im Allgemeinen zu jedem regelmässigen unendlichen Punktsysteme, welches durch genau homologe Punkte in der Structur bestimmt wird**), ein ihm entsprechendes anderes, mit ihm enantiomorphes System gehört, welches aus Punkten besteht, die den Punkten des ersteren Systems enantiomorph-ähnlich sind. Die einzige Ausnahme bilden die Punktsysteme, welche eine solche Symmetrie besitzen, dass sie mit ihren Spiegelbildern identisch sind***).

---

*) Siehe S. 2.

**) Siehe Anmerkung *) auf S. 4.

***) Die Formen vieler Krystalle sind identisch mit ihren eigenen Spiegelbildern, und wo dies der Fall ist, werden die Krystalle, wenn sie, wie gewöhnlich angenommen,

Wenn eine homogene Structur in Form und Zusammensetzung mit ihrem eigenen Spiegelbilde identisch ist, so ist klar, dass jede Combination, welche aus irgend einem, durch alle genau gleichartigen Punkte der Structur bestimmten Punktsysteme einer bestimmten Art und dem ihm enantiomorphen Punktsysteme besteht, mit dem Spiegelbilde dieser Combination identisch sein wird.

Ferner kann leicht bewiesen werden, dass die zwei enantiomorphen Systeme Deckbewegungen gemein haben werden, welche einen beliebigen Punkt eines Systems an die Stelle eines beliebigen anderen Punktes desselben Systems zu bringen vermögen.

Denn die Deckbewegungen, welche nöthig sind, um dies in jedem der zwei Systeme zu erreichen, müssen der homogenen, sie enthaltenden Structur angehören, und wenn eine dem einen Systeme wesentliche Deckbewegung nicht auch dem anderen eigen wäre, so würde die Ausführung dieser Bewegung auf Punkte stossen, welche den Punkten des letzteren Systems gleich, aber nicht darin enthalten sind. Und da die Punkte beider Systeme einander Punkt für Punkt entsprechen, so würde dies eine gleiche Erweiterung des anderen Systems in sich begreifen.

Dies widerspricht jedoch unserer Definition, dass das gegebene System aus allen genau gleichen Punkten der Structur von einer gewissen Art besteht.

Die Combination zweier enantiomorpher Sohncke'schen Systeme, welche gemeinschaftliche Deckbewegungen besitzen, ist, wie wir gesehen,

---

homogene Structuren sind, jene enantiomorphen Sohncke'schen Punktsysteme enthalten.

Hieraus kann folgender interessante Schluss betreffs der Krystalle gezogen werden:

Wenn das Sohncke'sche Punktsystem, dessen Punkte Schwerpunkte einer gewissen Atom- oder Molekülart in solch' einem Krystalle bezeichnen, nicht mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist, so wird ein ihm enantiomorphes Punktsystem die Orte der zu diesen Atomen oder Molekülen enantiomorphen Atome oder Moleküle markiren, und wenn Form und Eigenschaften der letzteren derart sind, dass sie mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch sind, so werden die zwei enantiomorphen Punktsysteme beide die Lagen derselben Atom- oder Molekülart markiren.

Es ist wichtig zu bemerken, dass diese Fähigkeit der gleichen Atom- oder Molekülart, Orte zu besetzen, welche nicht genau gleichartig, sondern nur enantiomorph-ähnlich sind, mit der von Bravais und Anderen angenommenen Ansicht übereinstimmt, dass die Stabilität der Lage der kleinsten Theile der Krystalle dem Gleichgewichte der von diesen Elementen herrührenden Anziehungs- und Abstossungskräfte zuzuschreiben ist.

Denn das Spiegelbild eines beliebigen Systems von Kräften im statischen Gleichgewichte um einen Punkt liefert offenbar ein zweites System derselben Kräfte um einen Punkt, welche ebenfalls im Gleichgewichte sind.

Vergleiche mit diesen Schlüssen die Vorstellungen von Schönflies bezüglich der Natur der Krystallmolekeln (s. Krystallsysteme und Krystallstructur, S. 239, 240 u. 616).

eine Combination, wie sie in homogenen Structuren vorhanden ist, die mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch sind. Eine solche Combination bildet ein »doppeltes System« des Herrn von Fedorow, und sowohl Schönflies als Fedorow haben die verschiedenen Wege angegeben, wie doppelte Systeme aus den verschiedenen Sohncke'schen Punktsystemen aufgebaut werden können*).

Bezüglich einer erschöpfenden Behandlung dieses Problems wird der Leser auf die Werke dieser beiden Schriftsteller verwiesen; die verschiedenen doppelten Systeme werden jedoch hier aufgezählt werden, und wir werden versuchen, die Beziehungen zwischen diesen Systemen und den homogenen Structuren, in welche sie gehören, zu beleuchten. Es wird festgestellt werden, in welche der 32 Abtheilungen der Krystallformen jeder Typus eines doppelten Systems und der entsprechende Typus homogener Structur gehört.

Es ist klar, dass das System der Deckbewegungen, welche zwei in einer homogenen Structur vorhandenen enantiomorphen Punktsystemen gemein sind, mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch sein muss, und dass also kein Sohncke'sches System, dessen System von Deckbewegungen diese Eigenschaft nicht besitzt, mit seinem Spiegelbilde zu einem doppelten Systeme combinirt werden kann, d. h. zu einer Combination zweier enantiomorpher Punktsysteme, wie sie in einer homogenen Structur vorkommen kann.

Wir werden ein doppeltes System aus irgend einem der Sohncke-schen Systeme erhalten, dessen System von Deckbewegungen die eben erwähnte Eigenschaft hat, wenn wir dieses System und das ihm enantiomorphe System in solcher Weise ineinander stellen, dass gleiche Deckbewegungen der zwei Systeme zusammenfallen.

Was die Wege anlangt, auf welchen dies geschehen kann, so sieht man leicht, dass, obgleich in allen Fällen die beiden Systeme Deckbewegungen gemeinschaftlich haben, entsprechende Richtungen, d. h. Richtungen, welche in den zwei so ineinander gestellten Systemen enantiomorph-gleich sind, nicht alle übereinstimmen, so dass, wenn wir die Theile des einen Systems durch geeignete Bezeichnung unterscheiden und die entsprechenden Theile des anderen Systems in gleicher Weise bezeichnen, die Orientirung einer Schiebungsrichtung oder einer Axe im einen Systeme zuweilen die gleiche, zuweilen die entgegengesetzte Orientirung ist, wie die einer entsprechenden Linie des anderen Systems.

Es giebt drei Arten relativer Orientirung von Paaren enantiomor-

---

*) Vergl. »Zusammenstellung der krystallographischen Resultate des Hrn. Schönflies und der meinigen« von E. von Fedorow in St. Petersburg, diese Zeitschr. 20, besonders S. 39 und 40.

pher Punktsysteme, welche gemeinschaftliche Deckbewegungen besitzen, nämlich:

a) Die beiden Systeme sind in einigen Fällen in jeder Richtung entgegengesetzt orientirt, so dass jede Schiebungsrichtung oder Axe im einen Systeme die umgekehrte Orientirung hat wie jene einer beliebigen ihr entsprechenden Linie im anderen Systeme.

b) Die beiden Systeme sind in einigen Fällen entgegengesetzt orientirt in Bezug auf Ebenen von gewisser Richtung, so dass die beiden von zwei beliebigen entsprechenden Punkten auf eine gewisse Ebene (Symmetrieebene), welche diese Richtung hat, gefällten Lothe gleich sind, und diese Lothe entweder immer in derselben Geraden liegen oder eine constante Entfernung in constanter Richtung haben, so dass eine gewisse längs dieser Ebene ausgeführte Schiebung der einen Schaar von Lothen, welche aus den Punkten des einen Systems gezogen sind, sie alle genau entgegengesetzt zu den entsprechenden Lothen bringt, welche von den entsprechenden Punkten des enantiomorphen Systems gefällt sind*).

c) Die beiden Systeme sind in einigen wenigen Fällen in einer Richtung entgegengesetzt und in Richtungen, die auf dieser senkrecht stehen, rechtwinklig zu einander orientirt. Dies kann nur da vorkommen, wo das Schnittpunktnetz der Axenschaar quadratisch ist.

In einigen doppelten Systemen ist die Beziehung zwischen den sie zusammensetzenden einfachen Systemen eine solche, dass ihre relative Orientirung entweder als vom Typus a) oder vom Typus b) angesehen werden kann, d. h. sie besitzen sowohl Symmetriecentren als Symmetrieebenen. Wenn dies der Fall ist, so liegt auf der Hand, dass das gegebene System einer Deckbewegung fähig sein muss, welche, indem sie seine Orientirung in der zur ungeänderten Symmetrieebene senkrechten Richtung verlässt, die Orientirung in allen zur Symmetrieebene parallelen Richtungen umkehrt; mit anderen Worten, dasselbe muss entweder zweizählige oder vierzählige oder sechszählige Axen senkrecht zu seinen Symmetrieebenen besitzen.

Und umgekehrt: in allen doppelten Systemen, welche Axen von einer dieser drei Arten enthalten, haben die Paare der einfachen Systeme, wenn sie eine relative Orientirung des ersten dieser zwei Typen haben, gleichzeitig die relative Orientirung des zweiten.

Wenn man die verschiedenen Wege feststellt, auf welchen enantio-

*) Der Ausdruck »Symmetrieebenen« ist deshalb hier gebraucht, um das auszudrücken, was Schönflies als »Gleitflächen« oder »Ebenen gleitender Symmetrie« bezeichnet. Der Grund hierfür ist der Umstand, dass die Wirkung der Existenz der letzteren auf die allgemeine Symmetrie, d. h. auf die Symmetrie, welche in die oben erwähnten 32 Classen unterschieden wird, jene der Symmetrieebenen ist, und ferner, dass das Wort »Gleitflächen« schon in einer anderen Beziehung gebraucht wird. Bezüglich einer Definition der Symmetrieebene siehe S. 50.

morphe Sohncke'sche Punktsysteme ineinander gestellt werden können, so dass sie doppelte Systeme bilden, muss Folgendes in Bezug auf enantiomorphe Systeme im Allgemeinen bemerkt werden:

Das Spiegelbild einer Schiebung ist eine gleiche Schiebung.

Das einer Drehung ist eine gleiche Drehung.

Das einer zweizähligen Schraubung ist eine gleiche Schraubung.

Das einer vierzähligen Schraubung ist eine vierzählige Schraubung von entgegengesetzter Windung.

Das einer sechszähligen Schraubung eine Schraubung von entgegengesetzter Windung.

### 1. Doppelte Systeme, welche Symmetriecentren besitzen, und die Typen homogener Structuren, in welchen sie vorhanden sind.

Wir nehmen zuerst die Art der relativen Orientirung, welche mit a) bezeichnet ist, und machen folgende allgemein gültige Anmerkungen.

Wenn alle Punkte eines beliebigen Sohncke'schen Systems mit irgend einem Punkte im Raume verbunden werden, und jede Verbindungslinie um ihre eigene Länge über diesen Punkt hinaus verlängert wird, so bilden die so erhaltenen Punkte ein Punktsystem, welches dem gegebenen enantiomorph ist. Und die Orientirung des letzteren Systems ist immer dieselbe, welche Lage auch der Punkt haben mag, mit welchem die Punkte des gegebenen Systems verbunden werden, und sie ist derjenigen des gegebenen Systems in jeder Richtung entgegengesetzt. Auch ist die so erhaltene Combination, welche aus den beiden Sohncke'schen Punktsystemen besteht, immer identisch mit ihrem eigenen Spiegelbilde.

Damit jedoch zwei so erhaltene enantiomorphe Systeme eine solche Combination bilden können, wie sie in irgend einer homogenen Structur vorkommen kann, müssen sie, wie wir gesehen, gemeinschaftliche Deckbewegungen haben oder mit anderen Worten, sie müssen ein doppeltes System von Fedorow bilden. Und wenn sie in einer homogenen Structur vorkommen, so ist klar, da die Beziehung der zwei Systeme zur Structur enantiomorph sein muss, dass der Punkt, durch welchen die Linien gezogen sind, ein Symmetriecentrum nicht nur der zwei Systeme, sondern auch der homogenen Structur, in welcher sie zu finden sind, und ein Symmetriecentrum ihres Systems von Axen und Deckbewegungen sein wird*).

Die folgende Tabelle zeigt, welche verschiedenen Typen doppelter Systeme im Besitze von Symmetriecentren aus den Sohncke'schen Punktsystemen ableitbar sind, und giebt in jedem Falle die Lage des Symmetrie-

*) Diese Symmetriecentren entsprechen den »centres de symmétrie« von Bravais (siehe Journal de l'Ecole Polytechnique, cahier XXXIII, p. 92, 94. Paris 1850). Vergl. Fedorow, diese Zeitschr. 1892, 20, 28.

centrums des doppelten Systems bezüglich der Axen oder der Raumeintheilung an, welche in dieser Abhandlung angewandt wurde, um das Sohncke'sche Punktsystem zu erhalten, von welchem es hergeleitet ist.

Um in irgend einem Falle das doppelte System zu erhalten, verbinde man alle Punkte des gegebenen Sohncke'schen Systems mit dem angegebenen Symmetriecentrum, und verlängere jede Verbindungslinie um ihre eigene Länge über das Centrum hinaus; die dadurch erreichten Punkte bilden ein dem gegebenen Sohncke'schen Systeme enantiomorphes Punktsystem und das aus den beiden Sohncke'schen Systemen zusammengesetzte System ist das doppelte System.

Oder man kann dasselbe doppelte System folgendermassen erhalten:

Man verbinde einen beliebigen Punkt des gegebenen Systems mit dem ihm zunächst gelegenen Symmetriecentrum und verlängere die Verbindungslinie um ihre eigene Länge. Indem man nun den so gefundenen Punkt als erzeugenden Punkt gebraucht, führe man die Deckbewegungen des gegebenen Systems aus. Das so erhaltene System ist dem gegebenen enantiomorph, und beide Systeme zusammen bilden das doppelte System.

**Tabelle 1 der doppelten Systeme mit Symmetriecentren.**

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, aus welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage eines Symmetriecentrums des doppelten Systems |
|---|---|---|
| | **Kubische Gruppe.** | |
| $1a_1$ | Typus 1 (58 nach Sohncke) | In einer der Würfelecken oder einem der Würfelmittelpunkte der Raumtheilung*). |
| $2a_1$ | 2 (57 n. Sohncke) | Ebenso. |
| | 3 u. 4 (65 u. 66 nach Sohncke) | In diesem Falle ist kein doppeltes System ableitbar. |
| $5a_1$ | 5 (62 n. Sohncke) | In einer der Würfelecken oder einem der Würfelmittelpunkte der einen oder anderen Raumtheilung **). |
| $6a_1$ | 6 (55 n. Sohncke) | Ebenso. |
| $6a_2$ | - | Auf einer dreizähligen Axe mitten zwischen Mittelpunkt und Ecke eines Würfels der Eintheilungen. |
| $7a_1$ | 7 (54 n. Sohncke) | Wie in Typus $5a_1$. |
| $7a_2$ | - | Wie in Typus $6a_2$. |
| $8a_1$ | 8 (60 n. Sohncke) | In einer Würfelecke der einen Raumtheilung***). |
| $8a_2$ | - | In einem Würfelmittelpunkte derselben Raumtheilung. |

*) Siehe S. 7.

**) Siehe S. 7 und 11.

***) Die Würfelecken der einen Raumtheilung sind natürlich die Würfelcentren der anderen Raumtheilung.

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, aus welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage eines Symmetriecentrums des doppelten Systems |
|---|---|---|
| $9a_1$ | Typus 9 (62 n. Sohncke) | Auf einer dreizähligen Axe, wo sie von einer zweizähligen Axe geschnitten wird. |
| $9a_2$ | - | Auf einer dreizähligen Axe mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Symmetriecentren des Typus $9a_1$. |
| $10a_1$ | 10 (56 n. Sohncke) | In einer Würfelecke oder einem Würfelmittelpunkte oder auf einer dreizähligen Axe mitten zwischen Mittelpunkt und Ecke eines beliebigen Würfels. |
| $11a_1$ | 11 (64 n. Sohncke) | Wie in Typus $5a_1$. |
| $11a_2$ | - | - - - $6a_2$. |
| $12a_1$ | 12 (59 n. Sohncke) | - - - $5a_1$. |
| $12a_2$ | - | - - - $6a_2$. |
| $13a_1$ | 13 (61 n. Sohncke) | - - - $10a_1$. |

**Hexagonale Gruppe.**

Die Typen 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21 und 22 (42, 43, 44, 45, 48, 49, 50 und 51 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System.

| | | |
|---|---|---|
| $20a_1$ | Typ. 20 (46 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer sechszähligen Axe. |
| $23a_1$ | 23 (47 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer sechszähligen Axe. |
| $24a_1$ | 24 (52 n. Sohncke) | Auf einer sechszähligen Axe in ihrem Schnittpunkte mit einer zweizähligen Axe. |
| $24a_2$ | - | Auf einer sechszähligen Axe mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Symmetriecentren des Typus $24a_1$. |
| $25a_1$ | 25 (53 n. Sohncke) | Wie in Typus $24a_1$. |
| $25a_2$ | - | - - - $24a_2$. |

**Tetragonale Gruppe.**

Die Typen 26 und 27 (26 und 27 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System.

| | | |
|---|---|---|
| $28a_1$ | Typ. 28 (28 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer Geraden, welche mitten zwischen zwei nächsten vierzähligen Axen von entgegengesetzter Windung verläuft. |
| $29a_1$ | 29 (29 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer vierzähligen Axe. |
| $29a_2$ | - | Irgendwo auf einer Geraden, die mitten zwischen zwei nächsten vierzähligen Axen verschiedener Gattungen gezogen ist. |

Die Typen 30, 31, 32 und 33 (32, 33, 38 und 39 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System.

| | | |
|---|---|---|
| $34a_1$ | Typ. 34 (30 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer vierzähligen Axe. |
| $34a_2$ | - | Wie in Typus $29a_2$. |
| $35a_1$ | 35 (34 n. Sohncke) | Auf einer mitten zwischen zwei nächsten vierzähligen Axen von entgegengesetzten Windungen gezogenen Geraden in einem Punkte, wo sie eine zweizählige Axe schneidet. |
| $35a_2$ | - | Auf derselben Geraden mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus $35a_1$. |

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, aus welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage eines Symmetriecentrums des doppelten Systems |
|---|---|---|
| 36 $a_1$ | Typus 36 (35 n. Sohncke) | Auf einer vierzähligen Axe in ihrem Schnittpunkte mit einer der zweizähligen Axen, welche vierzählige Axen verschiedener Arten schneidet. |
| 36 $a_2$ | - | Auf einer vierzähligen Axe mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 36 $a_1$. |
| 36 $a_3$ | - | Auf einer Geraden, welche mitten zwischen zwei nächsten vierzähligen Axen verschiedener Arten verläuft, in einem Punkte, wo sie eine zweizählige Axe schneidet. |
| 36 $a_4$ | - | Auf derselben Geraden mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 36 $a_3$. |
| 37 $a_1$ | 37 (40 n. Sohncke) | Auf einer vierzähligen Axe, wo sie eine Querebene trifft, die zweizählige Axen enthält. |
| 37 $a_2$ | - | Auf einer vierzähligen Axe mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 37 $a_1$. |
| 37 $a_3$ | - | Auf einer Geraden, welche mitten zwischen zwei nächsten vierzähligen Axen von entgegengesetzter Orientirung verläuft, in einem Punkte, wo sie eine zweizählige Axe schneidet. |
| 37 $a_4$ | - | Auf derselben Geraden mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 37 $a_3$. |
| 38 $a_1$ | 38 (34 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer vierzähligen Drehaxe. |
| 39 $a_1$ | 39 (36 n. Sohncke) | Wie in Typus 36 $a_1$. |
| 39 $a_2$ | - | - - - 36 $a_2$. |
| 39 $a_3$ | - | - - - 36 $a_3$. |
| 39 $a_4$ | - | - - - 36 $a_4$. |
| 40 $a_1$ | 40 (44 n. Sohncke) | - - - 37 $a_1$. |
| 40 $a_2$ | - | - - - 37 $a_2$. |
| 40 $a_3$ | - | - - - 37 $a_3$. |
| 40 $a_4$ | - | - - - 37 $a_4$. |
| 41 $a_1$ | 41 (37 n. Sohncke) | Auf einer vierzähligen Axe in ihrem Schnittpunkte mit einer zweizähligen Axe. |
| 41 $a_2$ | - | Auf einer vierzähligen Axe mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 41 $a_1$. |

**Trigonale Gruppe.**

Die Typen 42, 43, 44, 45, 46 und 47 (15, 16, 19, 20, 23 und 24 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System.

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System | Lage eines Symmetriecentrums |
|---|---|---|
| 48 $a_1$ | Typ. 48 (17 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer dreizähligen Axe irgend einer der drei Arten. |
| 49 $a_1$ | 49 (21 n. Sohncke) | Auf einer dreizähligen Axe in ihrem Schnittpunkte mit einer zweizähligen Axe. |
| 49 $a_2$ | - | Auf einer dreizähligen Axe mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 49 $a_1$. |
| 50 $a_1$ | 50 (25 n. Sohncke) | Wie in Typus 49 $a_1$. |
| 50 $a_2$ | - | - - - 49 $a_2$. |

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, aus welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage eines Symmetriecentrums des doppelten Systems |
|---|---|---|
| 51 $a_1$ | Typus 51 (18 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer dreizähligen Drehaxe. |
| 52 $a_1$ | 52 (22 n. Sohncke) | Auf einer dreizähligen Drehaxe in ihrem Schnittpunkte mit einer zweizähligen Axe. |
| 52 $a_2$ | - | Auf einer dreizähligen Drehaxe mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typ. 52 $a_1$. |
| | **Rhombische Gruppe.** | |
| 53 $a_1$ | Typ. 53 (6 nach Sohncke) | Auf einer zweizähligen Schraubenaxe irgend einer Art in ihrem Schnittpunkte mit einer auf ihr senkrechten zweizähligen Drehaxe. |
| 53 $a_2$ | - | Auf einer Linie, welche mitten zwischen zwei nächsten zweizähligen Schraubenaxen verschiedener Arten gezogen ist, im Schnittpunkte mit einer auf ihr senkrechten Axe. |
| 53 $a_3$ | - | Auf derselben Linie mitten zwischen zwei nächsten Symmetriecentren des Typus 53 $a_2$. |
| 53 $a_4$ | - | Auf einer Geraden, welche mitten zwischen zwei Schraubenaxen von verschiedenen Arten verläuft, welche einander diagonal nächstbenachbart sind, im Schnittpunkte dieser Geraden mit einer auf ihr senkrechten Ebene, welche zweizählige Axen enthält. |
| 54 $a_1$ | 54 (14 n. Sohncke) | Ein Punkt mitten zwischen zwei nächstbenachbarten Axen in allen drei zu einander senkrechten Richtungen. |
| 54 $a_2$ | - | Auf einer Axe in ihrem Schnittpunkte mit einer auf ihr senkrechten Ebene, welche andere Axen enthält. |
| 55 $a_1$ | 55 (12 n. Sohncke) | Der Schnittpunkt zweier Schraubenaxen. |
| 55 $a_2$ | - | Auf einer Schraubenaxe mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Symmetriecentren von 55 $a_1$. |
| 55 $a_3$ | - | Auf einer Drehaxe in einer zu ihr senkrechten Ebene, welche Schraubenaxen enthält. |
| 55 $a_4$ | - | Auf einer Drehaxe mitten zwischen Symmetriecentren des Typus 55 $a_3$. |
| 55 $a_5$ | - | So gelegen, dass es gleichzeitig mitten zwischen Symmetriecentren des Typus 55 $a_2$ und auch zwischen jenen von 55 $a_4$ sich befindet. |
| 55 $a_6$ | - | So gelegen, dass es gleichzeitig mitten zwischen Symmetriecentren des Typus 55 $a_1$ und auch zwischen jenen von 55 $a_5$ sich befindet. |
| 56 $a_1$ | 56 (5 nach Sohncke) | Der Schnittpunkt dreier Drehaxen. |
| 56 $a_2$ | - | Auf einer Drehaxe mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Symmetriecentren von 56 $a_1$. |
| 56 $a_3$ | - | Im Mittelpunkte eines der Parallelepipeda, welche von den Drehaxen umsäumt werden. |

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, aus welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage eines Symmetriecentrums des doppelten Systems |
|---|---|---|
| 56 $a_4$ | Typus 56 (5 nach Sohncke) | So gelegen, dass es gleichzeitig mitten zwischen Symmetriecentren von 56 $a_2$ und zwischen jenen von 56 $a_3$ sich befindet. |
| 57 $a_1$ | 57 (9 n. Sohncke) | Der Schnittpunkt einer Schrauben- und einer Drehaxe. |
| 57 $a_2$ | - | Auf einer Linie mitten zwischen zwei nächsten Schraubenaxen von verschiedenen Arten, in ihrem Schnittpunkte mit einer Drehaxe. |
| 58 $a_1$ | 58 (11 n. Sohncke) | Der Schnittpunkt einer Schrauben- und einer Drehaxe. |
| 58 $a_2$ | - | Wie in Typus 57 $a_2$. |
| 59 $a_1$ | 59 (7 nach Sohncke) | Der Schnittpunkt dreier Drehaxen. |
| 59 $a_2$ | - | Auf einer zweizähligen Axe senkrecht zur Ebene von Sohncke's Fig. 7, Taf. 1 mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Symmetriecentren des Typus 59 $a_1$. |
| 59 $a_3$ | - | Auf einer Geraden mitten zwischen zwei der letztgenannten Axen, im Schnittpunkte derselben mit einer auf ihnen senkrechten zweizähligen Axe. |
| 59 $a_4$ | - | Auf der gleichen Geraden mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Symmetriecentren des Typus 59 $a_3$. |
| 60 $a_1$ | 60 (10 n. Sohncke) | Der Schnittpunkt dreier Drehaxen. |
| 60 $a_2$ | - | Auf einer zweizähligen Drehaxe mitten zwischen zwei benachbarten Schnittpunkten von zweizähligen Axen verschiedener Art mit derselben. |
| 61 $a_1$ | 61 (8 n. Sohncke) | Der Schnittpunkt dreier Drehaxen. |
| 61 $a_2$ | - | Im Halbirungspunkte einer Geraden, welche diagonal zwei nächste Symmetriecentren vom Typus 61 $a_1$ von verschiedener Art verbindet. |

**Rechtwinklig-rhomboidisch-prismatische Gruppe.**

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System | Lage eines Symmetriecentrums |
|---|---|---|
| 62 $a_1$ | Typ. 62 (3 nach Sohncke) | Irgendwo auf einer beliebigen Axe. |
| 62 $a_2$ | - | Irgendwo auf einer Geraden mitten zwischen aufeinander folgenden Axen verschiedener Art. |
| 63 $a_1$ | 63 (2 n. Sohncke) | Wie in Typus 62 $a_1$. |
| 63 $a_2$ | - | - - - 62 $a_2$. |
| 64 $a_1$ | 64 (4 n. Sohncke) | Irgendwo auf einer beliebigen Dreh- oder Schraubenaxe. |
| 64 $a_2$ | - | Irgendwo auf einer Geraden mitten zwischen aufeinander folgenden Drehaxen verschiedener Art. |

**Asymmetrische Gruppe.**

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System | Lage eines Symmetriecentrums |
|---|---|---|
| 65 $a_1$ | 65 (1 n. Sohncke) | Ein beliebiger Punkt im Raume. |

Jedem solchen Typus eines doppelten Systems entsprechend giebt es einen Typus homogener Structur, welcher mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist, dessen enantiomorphe Punktsysteme unendlich viele doppelte Systeme von diesem Typus bilden und welcher sowohl Symmetriecentren als Deckbewegungen mit diesen doppelten Systemen gemein hat.

Von den 17 so erhaltenen Typen homogener Structur der kubischen Gruppe mit Symmetriecentren zeigen sieben, nämlich jene, deren Punktsysteme von den Typen 1, 2, 6, 7 und 10 sind, die dodekaëdrische Hemiëdrie der Classe 31 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen, und die übrigen zehn die Holoëdrie der Classe 28*).

Von den sechs Typen homogener Structur der hexagonalen Gruppe mit Symmetriecentren stellen jene zwei, deren Punktsysteme den Typen 20 und 23 angehören, die bipyramidale Hemiëdrie der Classe 11 in Sohncke's Verzeichniss dar und die übrigen vier die Holoëdrie der Classe 9.

Von den 26 Typen der tetragonalen Gruppe zeigen jene sechs, deren Punktsysteme den Typen 28, 29, 34 und 38 angehören, die bipyramidale Hemiëdrie der Classe 23, die übrigen 20 die Holoëdrie der Classe 21 in Sohncke's Verzeichniss.

Von den acht Typen der trigonalen Gruppe zeigen zwei, nämlich jene, deren Punktsysteme den Typen 48 und 51 angehören, die rhomboëdrische Tetartoëdrie der Classe 14, die übrigen sechs die skalenoëdrische Hemiëdrie der Classe 12.

Alle 28 Typen der rhombischen Gruppe zeigen die Holoëdrie der Classe 6.

Alle sechs Typen der rechtwinklig-rhomboidisch-prismatischen Gruppe zeigen die Holoëdrie der Classe 3.

Der einzige asymmetrische Typus mit Symmetriecentren hat die Holoëdrie der Classe 1.

Diese sämmtlichen 92 Typen homogener Structur, welche Symmetriecentren enthalten, zeigen holomorphe Symmetrie, alle anderen Typen homogener Structur sind hemimorph**).

Hinsichtlich aller Gruppen wird, wie oben festgestellt wurde***), eine homogene Structur oder ein doppeltes System, welche sowohl Symmetriecentren als auch zweizählige, vierzählige oder sechszählige Axen besitzt, Symmetrieebenen †) haben rechtwinklig zu diesen Axen.

*) Siehe diese Zeitschr. 20, 59 u. 60 und 20, 467 u. 466.

**) Bezüglich einer Definition der Hemimorphie siehe Groth's Physikalische Krystallographie, S. 228.

***) Siehe S. 42.

†) Dieser Ausdruck ist hier im erweiterten Sinne gebraucht; s. Anmerk. *) S. 42.

## 2. Doppelte Systeme, welche Symmetrieebenen, aber keine Symmetriecentren besitzen, und die Typen homogener Structuren, in welchen sie vorkommen.

Bezüglich der doppelten Systeme und homogenen Structuren, deren entsprechende einfache Systeme die als b) bezeichnete relative Orientirung, nicht aber die als a)*) bezeichnete haben, ist Folgendes allgemein gültig:

Die Symmetrieebenen, welche die so charakterisirten Systeme und Structuren besitzen, können folgendermassen definirt werden:

Eine Symmetrieebene ist eine Ebene, welche eine homogene Structur so theilt, dass der Theil der Structur, welcher auf der einen Seite der Ebene liegt, dem auf der anderen Seite enantiomorph ist, während gleichzeitig der Winkel, welchen irgend eine lineare oder ebene Richtung **) der Structur mit irgend einer ihr enantiomorph-ähnlichen Richtung einschliesst, in allen Fällen von der Richtung der Symmetrieebene ***) halbirt wird.

Denn nach dieser Definition können enantiomorph-ähnliche Punkte auf entgegengesetzten Seiten der Symmetriecentren einander entweder direct entgegengesetzt sein oder es auch nicht sein. Und wenn sie es nicht sind, und wenn von einem beliebigen Punkte in der Structur und ebenso von dem ihm entsprechenden enantiomorph-ähnlichen Punkte auf der entgegengesetzten Seite der Symmetrieebene Senkrechte auf die letztere gefällt und ihre Fusspunkte vereinigt werden, so sind die beiden Lothe einander gleich und die Verbindungslinie hat dieselbe Länge und Richtung, wo auch immer der gewählte Punkt in der Structur liegen mag. Und daher haben die enantiomorphen Systeme die mit b) bezeichnete relative Orientirung.

Was ferner die Art der Schiebung der auf der einen Seite der Symmetrieebene liegenden halben Structur betrifft, welche enantiomorph-ähnliche Punkte einander gegenüberstellen soll, wenn sie sich nicht schon gegenüberstehen, so bemerken wir Folgendes:

Das Spiegelbild einer Schiebung ist eine gleiche Schiebung. Wenn also eine gewisse Schiebung einen Punkt auf der einen Seite der Ebene an einen Ort bringt, so dass er dem ihm enantiomorph-ähnlichen Punkte auf der anderen Seite gegenüber liegt, so wird eine gleiche Schiebung der letzteren in der gleichen Richtung ihn einem entsprechenden Punkte gegenüber bringen. Beide Schiebungen zusammen müssen daher eine Schiebung

---

*) Siehe S. 42.

**) Z. B. eine Punktebene irgend eines Punktsystems der Structur.

***) Siehe Anmerk. *) S. 42. Vergl. Physikalische Krystallographie von P. Groth 1885, S. 214 und Naumann-Zirkel, Elemente der Mineralogie 1885, S. 11.

Dieselbe Definition gilt für Symmetrieebenen von Structuren, welche auch Symmetriecentren besitzen.

der homogenen Structur ausmachen. Mit anderen Worten: Die Schiebung, welche nöthig ist, ein einfaches System dem anderen, auf der anderen Seite der Symmetrieebene gelegenen, gegenüber zu stellen, ist immer die Hälfte einer Schiebung der homogenen Structur.

Die folgende Tabelle giebt an, welche verschiedenen Typen doppelter Systeme, die Symmetrieebenen, aber nicht Symmetriecentren besitzen, von den Sohncke'schen Punktsystemen ableitbar sind, und sie giebt in jedem Falle die Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems in Bezug auf die Axen an, und in Fällen, wo enantiomorph-ähnliche Punkte nicht entgegengesetzt sind, zeigt sie die Schiebung, welche ein einfaches System erfahren müsste, um entsprechende Punkte der beiden einfachen Systeme auf beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüber zu stellen.

Um in irgend einem Falle das doppelte System zu erhalten, fälle man von jedem Punkte des gegebenen Sohncke'schen Systems eine Senkrechte auf die Symmetrieebene, und verlängere sie, bis die Länge derselben nach der anderen Seite der Symmetrieebene gleich der Länge auf der ersten Seite ist.

Wenn die enantiomorph-ähnlichen Punkte einander gegenüberliegen auf beiden Seiten der Symmetrieebene, so bilden die dadurch erlangten Punkte ein dem gegebenen Systeme enantiomorphes System mit den gleichen Deckbewegungen, und beide Systeme zusammen werden das doppelte System bilden.

Wenn jedoch eine Schiebung des einen einfachen Systems nothwendig ist, um die enantiomorph-ähnlichen Punkte einander gegenüber zu stellen, dann müssen die Theile der Senkrechten, welche über die Symmetrieebene hinaus verlängert sind, dieser Schiebung unterworfen werden.

Wenn dies geschehen, werden die Endpunkte der verschobenen Senkrechten die Lagen der Punkte des dem gegebenen Systeme enantiomorphen Systems bezeichnen, und beide Systeme zusammen werden das doppelte System bilden.

Oder es kann, wie früher, das doppelte System erhalten werden, indem man zuerst einen einzigen Punkt des enantiomorphen Systems bestimmt und dann die Lagen der anderen Punkte dadurch ermittelt, dass man die Deckbewegungen des gegebenen Sohncke'schen Systems dem einzigen zuerst erhaltenen Punkte ertheilt, den man als erzeugenden Punkt gebraucht.

**Tabelle 2 der doppelten Systeme mit Symmetrieebenen, aber ohne Symmetriecentren.**

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, von welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems | Schiebung, wenn eine erforderlich ist, die enantiomorphen Systeme auf beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüberzustellen *) |
|---|---|---|---|
| | **Kubische Gruppe.** | | |
| | Typus 1 (58 nach Sohncke) liefert kein doppeltes System ausser jenem in Tabelle 1. | | |
| $2b_1$ | Typus 2 (57 n. Sohncke) | Senkrecht auf einer Würfelfläche und eine dreizählige Axe enthaltend. | Eine halbe Schiebung längs der dreizähligen Axe. |
| | Die Typen 3 und 4 (65 und 66 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System. | | |
| | Typus 5 (62 nach Sohncke) liefert kein doppeltes System ausser jenem in Tab. 1. | | |
| $6b_1$ | Typus 6 (55 n. Sohncke) | Senkrecht auf einer Würfelfläche und eine dreizählige Axe enthaltend. | Keine. |
| $6b_2$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs dieser Axe. |
| $7b_1$ | - 7 (54 n. Sohncke) | - | Keine. |
| $7b_2$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs dieser Axe. |
| | Die Typen 8, 9, 11, 12 und 13 (60, 63, 64, 59 und 61 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System ausser jenen in Tab. 1. | | |
| $10b_1$ | Typ. 10 (56 n. Sohncke) | Senkrecht auf einer Würfelfläche und eine dreizählige Axe enthaltend. | Keine. |
| | **Hexagonale Gruppe.** | | |
| | Die Typen 14, 15, 16, 17, 18 und 19 (42, 43, 44, 45, 48 und 49 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System. | | |
| $20b_1$ | Typ. 20 (46 n. Sohncke) | So gelegt, dass sie nächste sechszählige Axen | Keine. |
| | | oder übernächste Axen enthält. | Eine halbe Schiebung längs der sechszähligen Axen. |
| $20b_2$ | - | So gelegt, dass sie nächste sechszählige Axen enthält | Eine halbe Schiebung längs dieser Axen. |
| | | oder übernächste Axen. | Keine. |
| | Die Typen 21 und 22 (50 und 51 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System. | | |
| $23b_1$ | Typ. 23 (47 n. Sohncke) | Durch nächste sechszählige Axen gelegt. | Keine. |
| $23b_2$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs dieser Axen. |
| | Die Typen 24 und 25 (52 und 53 naach Sohncke) liefern kein doppeltes System ausser jenen in Tabelle 1. | | |

*) Diese Schiebungen sind in allen Fällen in Termen der Schiebungen des gegebenen Sohncke'schen Systems gegeben (siehe S. 50).

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, von welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems | Schiebung, wenn eine erforderlich ist, die enantiomorphen Systeme auf beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüberzustellen |
|---|---|---|---|
| | **Tetragonale Gruppe.** | | |
| | Die Typen 26 und 27 (26 und 27 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System. | | |
| $28\,b_1$ | Typ. 28 (28 n. Sohncke) | Mitten zwischen zwei nächsten vierzähligen Axen von entgegengesetzter Windung und senkrecht auf der Ebene derselben. | Keine. |
| $28\,b_2$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs einer vierzähligen Axe. |
| $29\,b_1$ | - 29 (29 n. Sohncke) | Durch nächste vierzählige Axen der zwei Arten gelegt. | Keine. |
| $29\,b_2$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs einer vierzähligen Axe. |
| $29\,b_3$ | - | Mitten zwischen nächsten Symmetrieebenen von $29\,b_1$ hindurchgehend. | Keine. |
| $29\,b_4$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs einer vierzähligen Axe. |
| | Die Typen 30, 31, 32 und 33 (32, 33, 38 und 39 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System. | | |
| $34\,b_1$ | Typ. 34 (30 n. Sohncke) | Wie im Falle des Typus $29\,b_1$. | |
| $34\,b_2$ | - | - $29\,b_2$. | |
| $34\,b_3$ | - | - $29\,b_3$. | |
| $34\,b_4$ | - | - $29\,b_4$. | |
| | Die Typen 35, 36, 37, 39, 40 und 41 (34, 35, 40, 36, 41 und 37 nach Sohncke) liefern keine doppelten Systeme ausser jenen in Tabelle 1. | | |
| $38\,b_1$ | Typ. 38 (31 n. Sohncke) | Durch nächste vierzählige Axen gelegt. | Keine. |
| $38\,b_2$ | - | - | Eine halbe Schiebung längs einer vierzähligen Axe. |
| | Die Typen 53, 54 und 55 (6, 14 und 12 nach Sohncke), welche so specialisirt sind, dass die Axen in einer Richtung eine tetragonale Anordnung haben, liefern keine doppelten Systeme ausser jenen in Tabelle 1. | | |
| $56\,\beta_1$ | Typ. 56 (5 n. Sohncke) so specialisirt | So gelegen, dass sie Axen der tetragonal angegeordneten Schaar enthält, und die übrigen zwei Schaaren auf einander senkrechter Axen unter Winkeln von 45° schneidet. | Keine. |

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, von welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems | Schiebung, wenn eine erforderlich ist, die enantiomorphen Systeme auf beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüberzustellen |
|---|---|---|---|
| $56\beta_2$ | Typus 56 (5 n. Sohncke) so specialisirt | So gelegen, dass sie Axen der tetragonal etc. wie vorher. | Eine halbe Schiebung längs der tetragonal angeordneten Axen. |
| $56\beta_3$ | - | - | Eine halbe transverse Schiebung längs der Symmetrieebene. |
| $56\beta_4$ | - | - | Die Resultirende der letzten zwei Schiebungen. |

Die Typen 57 und 58 (9 und 11 nach Sohncke) liefern, so specialisirt, kein doppeltes System ausser jenen in Tabelle 1.

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System | Lage einer Symmetrieebene | Schiebung |
|---|---|---|---|
| $59\beta_1$ | Typ. 59 (7 n. Sohncke) so specialisirt; die tetragonal angeordneten Axen sind die horizontal. Axen in Sohncke's Figur. | So gelegen, dass sie Axen der tetragonal angeordneten Schaar enthält und die Axen der beiden anderen Richtungen unter Winkeln von 45° schneidet. | Keine. |
| $59\beta_2$ | - | - | ½ Schiebung längs der tetragonal angeordneten Axen. |
| $59\beta_3$ | - | Mitten zwischen zwei aufeinander folgenden Ebenen von verschiedener Art der letzten Angabe. | ½ Schiebung längs einer Querrichtung parallel zur Symmetrieebene. |
| $59\beta_4$ | - | - | Die Resultirende der letzten zwei Schiebungen. |
| $60\beta_1$ | - 60 (10 n. Sohncke) so specialisirt | Wie in Typus $59\beta_1$. | Keine. |
| $60\beta_2$ | - | - | ½ Schiebung längs der tetragonal angeordneten Axen. |
| $61\beta_1$ | - 61 (8 n. Sohncke) so specialisirt | - | Keine. |
| $61\beta_2$ | - | - | Wie im Typus $60\beta_2$. |

**Trigonale Gruppe.**

Die Typen 42, 43, 44, 45, 46 und 47 (15, 16, 19, 20, 23 und 24 nach Sohncke) liefern kein doppeltes System.

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System | Lage einer Symmetrieebene | Schiebung |
|---|---|---|---|
| $48b_1$ | Typ. 48 (17 n. Sohncke) | Durch nächste dreizählige Axen derselben Art gelegt. | Keine. |
| $48b_2$ | | - | ½ Schiebung längs einer dreizähl. Axe. |

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, von welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems | Schiebung, wenn eine erforderlich ist, die enantiomorphen Systeme auf beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüberzustellen |
|---|---|---|---|
| $48 b_3$ | Typus 48 (17 n. Sohncke) | Durch übernächste gleiche Axen gelegt. | Keine. |
| $48 b_4$ | - | - | Wie in Typus $48 b_2$. |
| $48 b_5$ | - | Senkrecht zu den dreizähligen Axen. | Keine. |
| $49 b_1$ | - 49 (24 n. Sohncke) | Senkrecht zu dreizähligen Axen und zweizählige Axen enthaltend. | Keine. |
| $49 b_2$ | - | Senkrecht zu dreizähligen Axen und mitten zwischen zweizähligen Axen verschiedener Art gelegen. | Keine. |
| $50 b_1$ | - 50 (25 n. Sohncke) | Wie in $49 b_1$. | Keine. |
| $50 b_2$ | - | - - $49 b_2$. | Keine. |
| $51 b_1$ | - 51 (18 n. Sohncke) | Durch nächste dreizähligeDrehaxen gelegt. | Keine. |
| $51 b_2$ | - | - | ½ Schiebung längs einer dreizähligen Axe. |

Typus 52 (22 nach Sohncke) liefert kein doppeltes System ausser jenen in Tabelle 1.

**Rhombische Gruppe.**

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System | Lage einer Symmetrieebene | Schiebung |
|---|---|---|---|
| $56 B_1$ | Typ. 63 (2 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie in Typus 56 (5 n. Sohncke) liegen. | Durch nächste Axen gelegt. | Keine. |
| $56 B_2$ | - | - | ½ Schiebung längs der Axen. |
| $56 B_3$ | - | Mitten zwischen zwei aufeinander folgende, zuletzt beschriebene Ebenen verschiedener Art. | Keine. |
| $56 B_4$ | - | - | ½ Schiebung längs der Axen. |
| $56 B_5$ | - | - | ½ Querschiebung längs der Symmetrieebene. |
| $56 B_6$ | - | - | Die Resultirende der zwei zuletzt genannten. |
| $59 B_1$ | Typus 63 (2 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie die transversen, horizontalen Axen in Typus 59 (7 n. Sohncke) liegen. | Wie in $56 B_1$ gelegt, so dass sie die Axen des einen oder des anderen der beiden vorhandenen Axenpaare enthält. | Keine. |

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, von welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems | Schiebung, wenn eine erforderlich ist, die enantiomorphen Systeme au beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüberzustellen |
|---|---|---|---|
| 59 $B_2$ | Typus 63 (2 n. Sohncke) etc. wie vorher. | Wie in 56 $B_1$ gelegt etc. wie vorher. | ½ Schiebung längs der Axen. |
| 53 $B_1$ | Typus 62 (3 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie die des Typ. 53 (6 n. Sohncke) liegen. | Wie in 56 $B_1$. | Keine. |
| 53 $B_2$ | - | Wie in 56 $B_3$. | Keine. |
| 53 $B_3$ | - | - | ½ Schiebung längs der Axen. |
| 53 $B_4$ | - | - | ½ Querschiebung längs der Symmetrieebene. |
| 57 $B_1$ | Typus 62 (3 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie jene des Typ. 57 (9 n. Sohncke) liegen. | Wie in 56 $B_1$. | Keine. |
| 58 $B_1$ | Typus 62 (3 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie jene der Typen 58 oder 60 (11 oder 10 n. Sohncke) liegen*). | Durch nächste Drehaxen gelegt. | Keine. |
| 58 $B_2$ | - | - | ½ Schiebung längs der Axe. |
| 58 $B_3$ | - | - | ½ Querschiebung längs der Symmetrieebene. |
| 59 $B_3$ | Typus 64 (4 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie die zur Ebene von Sohncke's Zeichnung des Typus 59 (7 n. Sohncke) senkrechten Axen liegen. | Horizontal gelegt in Sohncke's Fig. 7 und nächste Drehaxen enthaltend. | Keine. |
| 59 $B_4$ | - | - | ½ Schiebung längs der Axen. |
| 59 $B_5$ | - | - | ½ Querschiebung längs der Symmetrieebene. |
| 59 $B_6$ | - | - | Die Resultirende der zwei zuletzt genannten. |

*) Die relative Lage von Axen, welche die gleiche Richtung haben, ist identisch in diesen zwei Systemen.

| Nr | Einfaches Sohncke'sches System, von welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Symmetrieebene des doppelten Systems | Schiebung, wenn eine erforderlich ist, die enantiomorphen Systeme auf beiden Seiten der Symmetrieebene einander gegenüberzustellen |
|---|---|---|---|
| 64 $B_1$ | Typus 64 (4 n. Sohncke) so specialisirt, dass seine Axen wie die Axen in einer Richtung in Typus 61 (8 n. Sohncke) angeordnet sind. | Durch zwei nächste Dreh- und Schraubenaxen gelegt. | Keine. |
| | **Rechtwinklig-rhomboidisch-prismatische Gruppe.** | | |
| 65 $B_1$ | Typus 65 (4 n. Sohncke) so specialisirt, dass die Maschen rechtwinklige Prismen sind. | Senkrecht zu den Axen dieser Prismen. | Keine. |
| 65 $B_2$ | - | - | $\frac{1}{2}$ Schiebung längs der Symmetrieebene. |
| 65 $B_3$ | Typus 65 (4 n. Sohncke) so specialisirt, dass eine von einer Ecke eines Elementarparallelepipeds auf die gegenüber liegende Fläche gefällte Senkrechte entweder eine Seite oder eine Flächendiagonale halbirt. | Parallel zu den so charakterisirten Flächen. | Keine. |
| 65 $B_4$ | - | - | $\frac{1}{2}$ Schiebung längs der Symmetrieebene. |

Jedem hier aufgeführten Typus eines doppelten Systems entsprechend giebt es einen Typus homogener Structur, welcher mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch ist, dessen enantiomorphe Punktsysteme unendlich viel doppelte Systeme von diesem Typus bilden, und welcher Symmetrieebenen sowohl, als Deckbewegungen, nicht aber Symmetriecentren mit diesen doppelten Systemen gemein hat.

Die sechs Typen homogener Structur der kubischen Gruppe, deren doppelten Systeme in Tabelle 2 zu finden sind, zeigen die tetraëdrische Hemiëdrie der Classe 30 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen *).

Die vier Typen homogener Structur der hexagonalen Gruppe zeigen die Hemimorphie der Vollflächigkeit der Classe 17.

Die zwölf Typen homogener Structur der tetragonalen Gruppe, deren

*) Siehe diese Zeitschr. **20**, 59 und **20**, 467.

gleiche Punkte Sohncke'sche Systeme bestimmen, die zu dieser Gruppe gehören, stellen die Hemimorphie der Classe 26 *) dar. Jene zwölf, deren gleiche Punkte specialisirte Sohncke'sche Systeme der rhombischen Gruppe ausmachen, zeigen die skalenoëdrische Hemiëdrie der Classe 24.

Von den elf Typen homogener Structur der trigonalen Gruppe zeigt die als $48b_5$ bezeichnete die bipyramidale Tetartoëdrie der Classe 16; sechs, nämlich die mit $48b_1$, $48b_2$, $48b_3$, $48b_4$, $51b_1$ und $51b_2$ bezeichneten, die Tetartomorphie der Classe 19, und jene vier, welche $49b_1$, $49b_2$, $50b_1$ und $50b_2$ heissen, die trigonotype Hemiëdrie der Classe 13*).

Die 21**) Typen homogener Structur der rhombischen Gruppe zeigen die Hemimorphie der Classe 8 in Sohncke's Verzeichniss***).

Die vier Typen homogener Structur der rechtwinklig-rhomboidisch-prismatischen Gruppe zeigen die Hemiëdrie der Classe 4.

**3. Doppelte Systeme, deren enantiomorphe Punktsysteme rechtwinklig gegen einander orientirt sind, und welche weder Symmetriecentren, noch Symmetrieebenen besitzen, und die Typen homogener Structur, in denen sie vorkommen.**

Was die doppelten Systeme und homogenen Structuren betrifft, deren sie zusammensetzende einfache Systeme die mit c) bezeichnete relative Orientirung, nicht aber die mit a) oder die mit b) bezeichnete, haben †), so müssen dieselben, wie gesagt, immer ein quadratisches Schnittpunktnetz einer Axengruppe haben. Sie enthalten Ebenen, welche sie in zwei enantiomorphe Hälften theilen, deren eine um 90° um eine zu diesen Ebenen senkrechte Axe gedreht werden muss, damit enantiomorph-ähnliche Punkte direct einander gegenüber zu liegen kommen.

Die folgende Tabelle zeigt, welche verschiedenen Typen doppelter Systeme, die weder Symmetriecentren noch Symmetrieebenen ††) besitzen, von den Sohncke'schen Punktsystemen herleitbar sind, und giebt in jedem Falle die Lage einer Ebene an, welche das doppelte System in zwei enantiomorphe Hälften theilt, und die Lage einer Axe, um

*) Es mag bemerkt werden, dass die aus den Typen 29, 34 und 38 (29, 30 und 31 nach Sohncke) abgeleiteten doppelten Systeme und ebenso die vom Typus 48 (17 nach Sohncke) hergeleiteten für sich genommen eine höhere Symmetrie haben, als die sie enthaltenden mindest-symmetrischen homogenen Structuren; es zeigen die ersteren die Vollflächigkeit der Classe 21, die letzteren die trigonotype Hemiëdrie der Classe 13.

**) Fedorow zählt 22 Typen doppelter Systeme auf, aber der Verf. findet nur 21. Vergl. diese Zeitschr. **20**, 49 und 50.

***) Die doppelten Systeme für sich besitzen die Symmetrie der Classe 6.

†) Siehe S. 42.

††) Dieses Wort ist im weiten Sinne gebraucht (s. Anmerk. S. 42).

welche die eine Hälfte um 90° gedreht werden muss, um entsprechende Punkte einander gegenüber zu stellen *).

**Tabelle 3 der doppelten Systeme, welche weder Symmetriecentren noch Symmetrieebenen**) besitzen.**

| Nr. | Einfaches Sohncke'sches System, aus welchem das doppelte System abgeleitet ist | Lage einer Ebene, welche das System in enantiomorphe Hälften theilt | Lage einer Axe, um welche eine Hälfte um 90° gedreht werden muss, um der anderen gegenüberzuliegen |
|---|---|---|---|
| 63c (s. Fig. 14) | Typus 63 (2 n. Sohncke) so specialisirt, dass das Schnittpunktnetz der Axen quadratisch ist. | Senkrecht zu den Axen. | Eine der Axen des Sohncke-schen Systems. |
| 64c (s. Fig. 15) | Typus 64 (4 n. Sohncke) wie oben specialisirt. | Senkrecht zu den Axen. | Eine der Drehaxen des Sohncke'schen Systems. |

Diese doppelten Systeme und die zwei Typen homogener Structur, in denen entsprechende Punkte solche doppelte Systeme bestimmen, gehören zum tetragonalen Systeme und zeigen die sphenoidische Tetartoëdrie der Classe 25 in Sohncke's Verzeichniss der Krystallclassen.

Es giebt keine anderen Typen homogener Structur irgend welcher Art ausser den oben angegebenen.

Mit Rücksicht auf die Raumeinheiten jener homogenen Structuren, welche mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch sind, wird, wenn die Theilung des Raumes in Einheiten so ausgeführt wird, dass sie zu jedem der zwei einfachen Systeme jedes doppelten Systems, welches durch enantiomorph-ähnliche Punkte bestimmt wird, die gleiche Beziehung darbietet, — mit anderen Worten, wenn die Structur, nachdem die Raumtheilung hinzugekommen, nach wie vor mit ihrem eigenen Spiegelbilde identisch ist, — eine weitere Symmetrie der Raumtheilung dargestellt sein.

Denn damit die Raumtheilung mit den enantiomorphen einfachen Systemen in gleicher Beziehung stehen kann, muss sie offenbar die Symmetriecentren und Symmetrieebenen der Structur besitzen.

Um dies zu illustriren, sind drei Schnitte der möglichen Eintheilung dreier homogener, mit ihren Spiegelbildern identischer Structuren in Raumeinheiten beigegeben; alle drei sind vom Typus 48 (17 nach Sohncke) wie die früher abgebildete Eintheilung***).

Im ersten Schnitte (Fig. 16) hat die Structur Symmetriecentren auf

*) Vier doppelte Systeme in Tabelle 2, nämlich 56 $B_1$, 59 $B_1$, 60 $B_1$ und 61 $B_1$ besitzen ausser ihren Symmetrieebenen noch Ebenen mit dieser Eigenschaft.

**) Dieser Ausdruck ist im weiten Sinne der Anmerk. auf S. 42 gebraucht.

***) Siehe S. 37 und Fig. 13.

ihren dreizähligen Axen $A$, und der Schnitt ist senkrecht zu diesen Axen durch die Symmetriecentren geführt.

Im zweiten Schnitte (Fig. 17) hat die Structur Symmetrieebenen, welche benachbarte dreizählige Axen $A$ enthalten, und die enantiomorph-ähnlichen Punkte liegen in Bezug auf diese Ebenen einander direct gegenüber.

Im dritten Schnitte (Fig. 18) hat die Structur Symmetrieebenen, deren jede dreizählige Axen aller drei Arten enthält, und die enantiomorph-ähnlichen Punkte liegen bezüglich dieser Symmetrieebenen einander direct gegenüber.

Diese Schnitte mögen mit dem Schnitte (Fig. 13) einer möglichen Eintheilung einer Structur verglichen werden, deren gleichartige Punkte auch Punktsysteme vom Typus 48 bilden, welche aber nicht auch die neue Eigenschaft besitzt, mit ihrem eigenen Spiegelbilde identisch zu sein.

## III. Singuläre Punktsysteme.

Alle durch Schaaren gleichartiger Punkte in irgend einer gegebenen homogenen Structur bestimmten Punktsysteme sind nothwendiger Weise vom gleichen Typus, nämlich dem durch die Deckbewegungen der Structur charakterisirten; diese Deckbewegungen sind allen Punktsystemen gemeinschaftlich. Einige Punktsysteme jedoch bestehen aus weniger Punkten als andere, und die Lagen, welche die Punkte der so ausgezeichneten Systeme inne haben, sind symmetrischer als die von den Punkten der anderen Punktsysteme der Structur besetzten.

So nehme man irgend einen Punkt auf einer beliebigen $m$-zähligen Drehaxe einer homogenen Structur und führe die Deckbewegungen der Structur aus, so dass man das Punktsystem findet, welches die Lagen der diesem gewählten Punkte gleichartigen Punkte markirt. Es ist klar, dass das Zahlenverhältniss der Punkte dieses Systems zu denen eines Punktsystems derselben Structur, dessen Punkte keine speciellen Lagen einnehmen, im Allgemeinen $1:m$ sein wird; mit anderen Worten: Jeder Punkt eines solchen Systems kann als das Erzeugniss der Vereinigung von $m$ Punkten betrachtet werden, die gleichweit von irgend einer der gleichen $m$-zähligen Axen abstehen.

Wenn der gewählte Punkt im Schnittpunkte zweier Drehaxen liegt, einer $m$-zähligen und einer $n$-zähligen, so werden sich im Allgemeinen die Punkte des von ihm erzeugten Punktsystems, wenn die Deckbewegungen der Structur ausgeführt werden, zu den Punkten eines Punktsystems, welche keine speciellen Lagen einnehmen, verhalten wie $1:mn$.

In gleicher Weise wird in den Fällen, wo der erzeugende Punkt der Schnittpunkt von drei Drehaxen, einer $m$-zähligen, einer $n$-zähligen und einer $p$-zähligen, und die Bewegung um e i n e Axe nicht die Resultirende

aus den Bewegungen um die beiden anderen Axen ist, das Verhältniss 1 : *mnp* sein.

Da nun alle Punktsysteme einer homogenen Structur dasselbe System der Deckbewegungen gemein haben, so ist klar, dass für eines derselben, welches aus weniger Punkten als andere besteht, irgend eine Deckbewegung keine Aenderung in der Lage einiger Punkte dieses Punktsystems bewirken muss, während sie im Allgemeinen die Lagen aller Punkte des Punktsystems verändert. Und diese Deckbewegungen müssen Drehungen sein, denn eine Schraubung sowohl als eine Schiebung bewegen immer jeden Punkt in einer Structur, auf welche sie angewendet werden.

Folglich müssen die Punkte irgend eines Sohncke'schen Punktsystems, welches aus weniger Punkten besteht als die meisten Punktsysteme derselben homogenen Structur, auf Drehaxen der Structur liegen, vielleicht auch, wie in den oben erwähnten Fällen, in den Schnittpunkten zweier oder mehrerer Drehaxen.

Weiter sind die doppelten Systeme in einer homogenen Structur, die mit ihrem eigenen Spiegelbilde identisch ist, wie die sie zusammensetzenden einfachen Systeme alle von einem einzigen Typus, dessen Art jedoch sowohl durch die Lagen der Symmetriecentren oder Symmetrieebenen der Structur, als auch durch ihre Deckbewegungen bestimmt ist.

In einigen homogenen Structuren, welche diese hinzukommende Eigenschaft besitzen, kommen jedoch doppelte Systeme vor, die nur aus einem einzigen einfachen Systeme bestehen oder, bestimmter ausgedrückt: in welchen die zwei einfachen Systeme zusammengefallen sind. Diese doppelten Systeme besitzen infolge dieser Vereinigung offenbar halb so viel Punkte.

Die homogenen Structuren, welche singuläre Punktsysteme dieser Art enthalten, sind jene, welche Symmetriecentren haben und jene, welche die Art der Symmetrieebenen besitzen, auf deren beiden Seiten enantiomorph-ähnliche Punkte direct einander gegenüberliegen; ebenso jene, in welchen die enantiomorphen Punktsysteme rechtwinklig gegen einander orientirt sind*).

Einige homogene Structuren besitzen, wie wir gesehen, mehr als eine einzige der eben erwähnten Eigenschaften; aber wenn dies der Fall ist, tritt kein weiteres Zusammenfallen der Punkte ein ausser dem, welches der Besitz einer einzigen solchen Eigenschaft in sich schliesst.

Wenn Symmetriecentren vorhanden sind, so liegen dieselben zuweilen auf Drehaxen, zuweilen nicht. Wenn durch ein Symmetriecentrum keine Drehaxe geht, so verhält sich die Punktzahl des doppelten Systems, welches aus demselben entsteht, wenn man die Deckbewegungen der Structur aus-

*) Siehe S. 58.

führt, zu der eines anderen doppelten Systems, dessen Punkte keine specielle Lagen haben, wie 1 : 2. Wenn das erzeugende Symmetriecentrum auf einer $m$-zähligen Drehaxe und sonst auf keiner liegt, wird das Verhältniss 1 : $2m$ sein. Wenn es im Schnittpunkte einer $m$-zähligen und einer $n$-zähligen Drehaxe liegt, wird das Verhältniss 1 : $2mn$ sein u. s. w.

Symmetrieebenen begleiten zuweilen, wie wir gesehen, Symmetriecentren und sind zuweilen allein vorhanden. In jedem Falle wird die Symmetrieebene, wenn sie nur derart ist, dass auf ihren beiden Seiten die enantiomorph-ähnlichen Punkte einander direct gegenüberliegen, ganz aus singulären Punkten bestehen; mit anderen Worten: ein Punktsystem, welches aus einem in derselben gelegenen Punkte dadurch entsteht, dass man die Deckbewegungen der homogenen Structur ausführt, wird aus weniger Punkten bestehen als die doppelten Punktsysteme, deren Punkte keine speciellen Lagen in der Structur einnehmen.

Wenn der erzeugende Punkt in der Symmetrieebene nicht auf einer Drehaxe liegt, wird sich die Zahl der Punkte des erzeugten Systems zu der eines doppelten Systems der Structur, dessen Punkte keine speciellen Lagen haben, wie 1 : 2 verhalten. Wenn der erzeugende Punkt in der Symmetrieebene auf einer einzigen, $m$-zähligen Drehaxe liegt und auf keiner anderen weiter, wird das Verhältniss 1 : $2m$ sein; wenn er auf zwei Drehaxen, einer $m$-zähligen und einer $n$-zähligen, und sonst auf keiner anderen liegt, 1 : $2mn$ u. s. f.

In den oben beschriebenen zwei Typen homogener Structur, in welchen enantiomorphe Punktsysteme rechtwinklig gegen einander orientirt sind *), sind die Punkte, in welchen die quasi-tetragonalen Axen Ebenen schneiden, die mitten zwischen zwei nächsten Querebenen liegen, welche bezüglich Punkte von zwei enantiomorphen Punktsystemen enthalten, singuläre Punkte der hier betrachteten Art. Denn sie liegen auf zweizähligen Axen, auch sind sie Punkte des Zusammenfallens von enantiomorph-correspondirenden Punkten.

Folglich verhält sich die Zahl der Punkte der doppelten Systeme, zu denen sie gehören, zu jener der Punkte der doppelten Systeme der Structur, welche keine speciellen Lagen einnehmen, wie 1 : 4.

Die in dieser Abhandlung erhaltenen Resultate können folgendermassen zusammengefasst werden:

1. In irgend einer, oben definirten, homogenen Structur haben gleichartige Punkte eine symmetrische Anordnung von einem bestimmten, der Structur eigenthümlichen Typus.

2. Wenn alle Typen symmetrischer Anordnung, welche für die Theile homogener Structuren möglich sind, aufgesucht werden, so findet man in

---

*) Siehe S. 58.

jedem Falle, dass sie die Symmetrie der einen oder anderen der 32 geometrisch möglichen Classen der Krystallsymmetrie haben. Ein verhältnissmässig grosser Theil der Typen ist mit seinem eigenen Spiegelbilde identisch.

3. Diese Typen zerfallen ferner in sieben Gruppen; Typen derselben Gruppe sind durch gemeinschaftliche Eigenschaften mit einander verknüpft, welche den Typen der übrigen Gruppen nicht zukommen *).

4. Die Thatsache, dass die Krystalle fast alle, wenn nicht thatsächlich alle 32 geometrisch möglichen Arten der Symmetrie zeigen, ist ein gewichtiges Zeugniss dafür, dass die Krystalle homogene Structuren nach obiger Definition sind; dieselben sind theils mit ihren eigenen Spiegelbildern identisch, theils nicht. Sie ist jedoch kein Beweis für die Beschaffenheit der Atome oder Moleküle oder auch nur für deren Existenz.

5. Wenn jedoch die Existenz von Atomen als auf anderem Wege erwiesen angenommen werden kann, und in einem gegebenen Falle das Zahlenverhältniss der verschiedenen vorhandenen Atome bekannt ist, und wenn man weiter weiss, dass gleichartige Atome gleichartige Lagen in der Structur einnehmen, so ist einiges Licht auf die relative Anordnung der verschiedenen Atome geworfen durch die Lage der singulären Punktsysteme in den homogenen Structuren.

Ein weiterer Beweis dafür, dass Krystalle homogene Structuren nach obiger Definition der Homogenität sind, wird durch die Thatsache erbracht, dass die Tetartoëdrie der Krystallform gewöhnlich mit der Drehung der Polarisationsebene des Lichtes verbunden ist. Denn wenn wir die Punktsysteme jener homogenen Structuren prüfen, welche Tetartoëdrie zeigen, so sehen wir, dass die Punkte meistens eine deutlich spiralförmige Anordnung haben, und, wie wohlbekannt, ist eine spiralförmige Structur nöthig, um die erwähnte optische Eigenschaft zu erklären.

Hillfield, Muswell Hill, London N.

---

*) Siehe S. 37.

# II. Ueber die chemische Zusammensetzung des Stauroliths und die regelmässige Anordnung der kohligen Einschlüsse seiner Krystalle.

Von

**S. L. Penfield** und **J. H. Pratt** in New Haven.

(Mit 6 Textfiguren.)

---

**Historisches.** Frühere Analytiker, namentlich Jacobson*) und Rammelsberg**), fanden die chemische Zusammensetzung des Stauroliths sehr schwankend, besonders in Bezug auf den Kieselsäuregehalt, der zwischen 27 % und 50 % gefunden wurde. Auch in Bezug auf das Eisen herrscht keine Uebereinstimmung, einige nehmen dasselbe als Oxydul, andere als Oxyd und wieder andere als in beiden Formen vorhanden an.

Im Jahre 1865 beobachtete Lechartier***), dass das Pulver des Stauroliths aus der Bretagne und von Bolivien unter dem Mikroskope neben braunen auch farblose Körner erkennen liess, welch' letztere beim Behandeln mit Flusssäure eine Zersetzung erlitten, während der Staurolith nur ganz schwach angegriffen wurde. Er stellte fest, dass solcher Weise gereinigtes Material in Bezug auf specifisches Gewicht und Kieselsäuregehalt, der zwischen 28—29 % schwankt, vollständig übereinstimmt mit dem reinsten Staurolith vom St. Gotthard und überdies, dass Wasser einen wesentlichen Bestandtheil des Minerals bildet.

Lasaulx†) untersuchte 1872 eine Anzahl Vorkommen mikroskopisch und fand, dass die Krystalle alle mehr oder weniger verunreinigt sind durch mechanische Beimengungen, besonders von Quarz, aber auch Granat, Cyanit, Magnetit und Glimmer konnten wahrgenommen werden. Die Quarzein-

---

*) Pogg. Ann. 1844, **62**, 419 und 1846, **68**, 414.

**) Pogg. Ann. 1861, **113**, 599.

***) Bull. Soc. chimique **3**, 378.

†) Min. Mittheil. 1872, 173.

schlüsse erreichen zuweilen 30—40 % des Gesammtgewichtes der Krystalle und machen daher die grossen Schwankungen im Kieselsäuregehalte der älteren Analysen leicht verständlich.

Im Jahre 1873 unternahm Rammelsberg*) eine Neuuntersuchung des aussergewöhnlich reinen Stauroliths vom St. Gotthard, sowie der minder reinen Vorkommen von Pitkäranta und der Bretagne, in welchen er früher über 50 % Kieselsäure gefunden hatte. Nachdem er das Pulver dieser letzteren durch Behandeln mit Flusssäure gereinigt hatte, fand er nur noch 29—30 % $SiO_2$, und die Analysen stimmten jetzt mit jener des Minerals vom St. Gotthard. Aus den erhaltenen Werthen leitete er die Formel $H_2Fe_3Al_{12}Si_6O_{34}$ ab, in der das Eisen als Oxydul und als theilweise durch $MgO$ vertreten angenommen wird.

Friedl**) untersuchte im Jahre 1885 sorgfältig ausgewähltes und unter dem Mikroskope frei von Einschlüssen erscheinendes Material vom St. Gotthard und von Tramnitzberg in Mähren und leitet aus seinen Analysen die Formel $H_4Fe_6Al_{24}Si_{11}O_{66}$ ab. Coloriano***), der im selben Jahre ebenfalls den St. Gotthard-Staurolith untersuchte, nachdem er das sorgfältig ausgewählte Material mit Flusssäure behandet hatte, gelangte zu der Formel $H_2Fe_2Al_{12}Si_5O_{31}$.

Vergleicht man die so in Vorschlag gebrachten Formeln, indem man jene von Rammelsberg und Coloriano verdoppelt, so sieht man, dass jeder spätere Autor eine geringere Kieselsäuremenge fand als der vorhergehende:

| | |
|---|---|
| Rammelsberg | $H_4Fe_6Al_{24}Si_{12}O_{68}$ , |
| Friedl | $H_4Fe_6Al_{24}Si_{11}O_{66}$ , |
| Coloriano | $H_4Fe_4Al_{24}Si_{10}O_{62}$ . |

Groth†) zieht aus den Analysen Friedl's und Coloriano's den Schluss, dass dem Staurolith eine noch weit einfachere Formel zukomme, nämlich die eines basischen Orthosilicates $(AlO)_4.(AlOH)Fe(SiO_4)_2$.

**Auswahl und Präparation des Materials zur Analyse.** Zur vorliegenden Untersuchung wurde ein ungewöhnlich reines Material verwendet, das von folgenden vier Fundorten stammt: St. Gotthard, Windham in Maine, Lisbon in New Hampshire und aus der Umgegend von Burnsville in Nord-Carolina.

Das Material des ersten Fundortes ist so hinlänglich bekannt, dass eine weitere Schilderung füglich unterlassen werden kann, die verwendeten Krystalle stammen aus der Brush'schen Sammlung. Bei Windham in Maine

*) Zeitschr. deutsch. geol. Gesellsch. **25**, 53.

**) Diese Zeitschr. **10**, 366.

***) Bull. Soc. chimique **54**, 427. Ref. diese Zeitschr. **13**, 420.

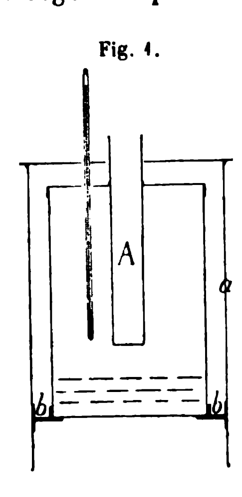
†) Tabell. Uebers. d. Min. 1889, 104.

finden sich Krystalle bis zu 25 mm Durchmesser in Glimmerschiefer eingewachsen; in der Brush'schen Sammlung ist dieses Vorkommen, das bis jetzt noch nicht untersucht worden ist, durch eine Reihe excellenter Stücke vertreten. Das Material von Sugar Hill in Lisbon, N. H., wurde im Jahre 1893 von Prof. G. J. Brush gesammelt. Wie er uns mittheilt, finden sich ausgedehnte Schichten eines grauen Staurolith-Glimmerschiefers nördlich vom Pearl Lake, besser bekannt unter dem Namen Mink Pond, über mehrere Meilen verbreitet, einschliesslich der Schichten von Garnet Hill und Cowen Hill. In den Schichten des Cowen Hill finden sich ungewöhnlich frische und grosse Krystalle, von denen manche bis zu 15 mm Länge und 40 mm Breite erreichen. Im Dünnschliffe erkennt man, dass sie auffallend frei von den gewöhnlichen Einschlüssen Quarz und Granat sind, dahingegen kohlige Einschlüsse enthalten, welche nach bestimmten Flächen angeordnet sind, wie weiter unten beschrieben werden soll.

Den Staurolith aus der Umgegend von Burnsville haben wir selbst gesammelt gelegentlich geologischer Arbeiten im Sommer 1892 für die North Carolina Geolog. Survey. Er findet sich bei einem auf Eisenerze angelegten Schurfe auf dem Eigenthume des Herrn D. M. Hampton, in Begleitung von Magnetit, Menaccanit und Korund. Der Staurolith bildet krystallinische Aggregate, welche oft innig mit den Eisenerzen verwachsen sind.

Das zur Analyse ausgesuchte Material wurde nun zunächst gepulvert und auf gleiches Korn abgesiebt, und ausserdem bei dem Vorkommen aus Nord-Carolina die Eisenerze mit dem Elektromagneten entfernt. Um ein Pulver von einheitlichem spec. Gewicht zu erzielen, wurde von der von Retgers empfohlenen Trennungsmethode mit geschmolzenem Silbernitrat, das mit Kaliumnitrat verdünnt werden kann, Gebrauch gemacht. Hierzu wurde ein doppelwandiges, cylindrisches Kupferluftbad verwendet, dessen Durchschnitt die nebenstehende Fig. 1 zeigt. Der äussere Cylinder steht auf Füssen, welche in der Figur weggelassen sind. Das innere Bad wird gehalten von Trägern *b* und ist mit einigen Durchbohrungen versehen, welche den Zweck haben, die Wärme der Flamme zu vertheilen. Der Schacht *A* enthält ein Reagenzglas mit Silbernitrat, welches leicht im Schmelzflusse und auf constanter Temperatur gehalten werden kann, und zwar für jede gewünschte Zeitdauer. Der letztere Umstand ist wichtig, um circulirende Strömungen zu vermeiden. Der Schmelzpunkt des Silbernitrates liegt bei 198° C., doch wurden 250° C. als jene Temperatur gefunden, bei welcher sich am besten arbeiten lässt. Das spec. Gewicht der geschmolzenen Masse ist ungefähr 4,1

Fig. 1.



und kann durch Zusatz von $KNO_3$ erniedrigt werden. Das geschmolzene Salz bildet eine klare, bewegliche Flüssigkeit, in welcher die Gesteinspartikel sich frei bewegen, so dass Trennung wie in jeder anderen schweren Flüssigkeit erfolgen kann. Beim Abkühlen erstarrt die Schmelze zu einem Kuchen mit den schwereren Theilen am Boden und den leichteren an der Oberfläche. Das Reagenzrohr kann leicht von dem Kuchen abgelöst und letzterer in zwei Theile geschnitten werden, durch Auflösen in Wasser können die Mineralien getrennt werden. Das Silbernitrat wird durch Eindampfen und Schmelzen wieder gewonnen. Durch diese Scheidung von schweren und leichten Theilen, welche nöthigenfalls wiederholt wird, erzielt man ein ganz bemerkenswerth reines Product, von nahezu einheitlichem spec. Gewicht; die Manipulation ist sehr einfach und das Resultat ausserordentlich zufriedenstellend. Durch besondere Versuche wurde festgestellt, dass der Staurolith keine Zersetzung oder Gewichtsverlust erleidet, wenn er auf 250° C. erhitzt wird. Das so gesonderte Material erwies sich unter dem Mikroskope als völlig homogen und frei von sichtbaren Einschlüssen.

**Gang der Analyse.** Kieselsäure und Basen wurden nach wohlbekannten Methoden bestimmt; Abdampfungen wurden in Platingefässen vorgenommen und die Kieselsäure durch Abrauchen mit Flusssäure auf ihre Reinheit geprüft; ebenso wurde Rücksicht genommen auf eine geringe Menge $SiO_2$, welche etwa zu den Sesquioxyden gerathen sein konnte. Das sehr fein gepulverte Mineral wurde in einer Platinflasche, deren Hals mit einem Platinconus verschlossen war, mit einem Gemisch von starker Flusssäure und Schwefelsäure 20 Minuten lang gekocht. Der Inhalt der Flasche wurde hierauf mit kaltem, ausgekochtem Wasser verdünnt, in ein Gefäss gespült und mit Permanganat titrirt. Voraufgehende Versuche ergaben, dass eine bekannte Menge Ferrosulfat in derselben Weise behandelt keinerlei merkliche Oxydation durch die Luft erfahren hatte. Da der Staurolith nur sehr langsam angegriffen wird, so geht bei jedem Versuche nur ein Theil in Lösung. Nach der Titration wurde der ungelöste Theil abfiltrirt, das Filtrat eingedampft und alle Flusssäure verjagt. Nach dem Verdünnen wurde das Eisen mit Schwefelwasserstoff reducirt, der Ueberschuss des letzteren weggekocht und das gesammte Eisen mit Hülfe von Permanganat bestimmt. Die Bestimmungen ergeben das Verhältniss von Oxydul zu Oxyd in derjenigen Portion, welche durch Flusssäure zersetzt wurde, und da das gesammte Eisen vorausgehend schon bei der Bestimmung der Kieselsäure und der Basen gefunden wurde, so lässt sich der Procentgehalt an Oxydul und Oxyd leicht berechnen. Das Wasser wurde direct bestimmt, weil die Bestimmung aus dem Glühverlust zu niedrige Resultate liefert in Folge der Oxydation des Eisenoxyduls zu Oxyd.

**Analytische Resultate.** Im Nachstehenden folgen die gefundenen

Analysenresultate, sowie die auf das Sorgfältigste mit dem Pyknometer ermittelten specifischen Gewichte.

St. Gotthard, Schweiz.

Spec. Gew. = 3,748.

| | I. | II. | Mittel: |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 27,80 | 27,65 | 27,73 |
| $Al_2O_3$ | 53,23 | 53,35 | 53,29 |
| $Fe_2O_3$ | 2,83 | 2,83 | 2,83 |
| $FeO$ | 11,21 | 11,20 | 11,21 |
| $MnO$ | 0,63 | 0,44 | 0,53 |
| $MgO$ | 1,77 | 1,85 | 1,81 |
| $H_2O$ | 2,19 | — | 2,19 |
| | | | 99,59 |

Windham, Maine.

Spec. Gew. = 3,728.

| | I. | II. | III. | Mittel: |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 27,81 | 27,88 | — | 27,84 |
| $Al_2O_3$ | 54,44 | 54,51 | 54,36 | 54,46 |
| $Fe_2O_3$ | 2,81 | 2,90 | 2,80 | 2,83 |
| $FeO$ | 10,52 | 10,85 | 10,44 | 10,60 |
| $MnO$ | 0,59 | 0,62 | 0,56 | 0,59 |
| $MgO$ | 1,83 | 1,87 | — | 1,85 |
| $H_2O$ | 2,24 | — | — | 2,24 |
| | | | | 100,41 |

Lisbon, New Hampshire.

Spec. Gew. = 3,775.

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 27,81 |
| $Al_2O_3$ | 54,09 |
| $Fe_2O_3$ | 2,76 |
| $FeO$ | 12,48 |
| $MgO$ | 1,92 |
| $H_2O$ | 1,70 |
| | 100,76 |

Burnsville, Nord-Carolina.

Spec. Gew. = 3,773.

| | I. | II. | III. | IV. | Mittel: |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 27,80 | 27,65 | 27,59 | 27,77 | 27,70 |
| $Al_2O_3$ | 53,09 | 53,30 | — | 53,27 | 53,22 |
| $Fe_2O_3$ | 4,81 | 4,81 | 4,83 | 4,85 | 4,82 |
| $FeO$ | 9,70 | 9,68 | 9,74 | 9,79 | 9,72 |
| $MnO$ | 0,27 | 0,38 | 0,33 | 0,36 | 0,34 |
| $MgO$ | 2,64 | 2,65 | 2,70 | — | 2,66 |
| $H_2O$ | 1,99 | 1,96 | — | — | 1,97 |
| | | | | | 100,43 |

Zum besseren Vergleiche folgen die Mittel aus den erhaltenen Werthen unter gleichzeitiger Umrechnung von $Fe_2O_3$ auf $Al_2O_3$ und von $MnO$ und $MgO$ auf $FeO$.

| | St. Gotthard: | Windham, Me.: | Lisbon, N. H.: | Burnsville, N.-C.: |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 27,70 | 27,60 | 27,44 | 27,47 |
| $Al_2O_3$ | 55,04 | 55,75 | 55,16 | 55,83 |
| $FeO$ | 15,07 | 14,43 | 15,72 | 14,74 |
| $H_2O$ | 2,19 | 2,22 | 1,68 | 1,96 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

In diesen Analysen verhalten sich:

| | $SiO_2$ : $Al_2O_3$ : $FeO$ : $H_2O$ | | |
|---|---|---|---|
| St. Gotthard | 0,460 : 0,540 : 0,209 : 0,121 | = | 2,12 : 2,50 : 0,967 : 0,560 |
| Windham | 0,460 : 0,546 : 0,200 : 0,122 | = | 2,11 : 2,50 : 0,915 : 0,557 |
| Lisbon | 0,457 : 0,540 : 0,218 : 0,093 | = | 2,11 : 2,50 : 1,01 : 0,430 |
| Burnsville | 0,458 : 0,547 : 0,205 : 0,109 | = | 2,07 : 2,50 : 0,934 : 0,497 |

Diese Zahlen liegen sehr nahe dem Verhältnisse 2 : 2,5 : 1 : 0,5, welches auf die Formel $HAl_5FeSi_2O_{13}$ führt, worin Thonerde zum Theil durch Eisenoxyd, und Eisenoxydul durch $MgO$ und $MnO$ ersetzt ist. Diese Formel ist aber keine andere, als die von Groth angenommene, indem sie geschrieben werden kann als ein basisches Orthosilicat $(AlO)_4(AlOH)Fe(SiO_4)_2$ oder ebensogut als $(AlO)_4Al(FeOH)(SiO_4)_2$. Die dieser Formel entsprechenden theoretischen Gewichtsmengen sind:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 26,32 |
| $Al_2O_3$ | 55,92 |
| $FeO$ | 15,79 |
| $H_2O$ | 1,97 |
| | 100,00 |

Beim Vergleiche dieser Zahlen mit den obigen reducirten Analysen und den Molekularverhältnissen ist ersichtlich, dass die Kieselsäure etwa ein Procent zu hoch gefunden wurde. Dies kann indessen nicht von Fehlern der Analyse herrühren, da das destillirte Wasser sowohl, als alle Reagentien rein waren und nur Platingefässe zum Abdampfen in Verwendung kamen. Auch vom Achatmörser kann die Kieselsäure nicht herrühren, da das Material von Lisbon im Stahlmörser zerkleinert und das Pulver mit Salzsäure behandelt worden war. Nach der sorgfältigen Auslese von nahezu reinem Material und der Trennung der schwereren und leichteren Theile nach dem spec. Gewicht stand nicht zu erwarten, dass die Staurolithkörnchen noch Quarz enthalten würden, und konnte derselbe auch nicht unter dem Mikroskope erkannt werden, die Analyse indessen weist unzweifelhaft darauf hin, dass dies dennoch nicht der Fall ist. Um diese Frage weiter zu prüfen,

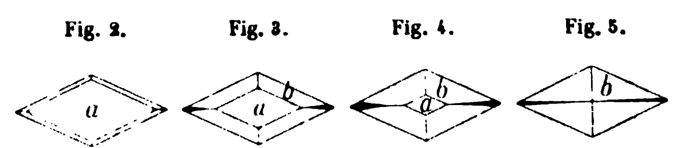
wurden folgende Versuche mit etwas aufgespartem, fein gepulvertem Analysenmaterial angestellt.

| | St. Gotthard: | Windham: | Lisbon: |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ nach der Behandlung mit *HFl* | 27,52 | 27,36 | 27,15 |
| $SiO_2$ nach der regulären Analyse | 27,73 | 27,84 | 27,81 |

Wie ersichtlich, ist durch die Behandlung mit Flusssäure noch etwas Kieselsäure entfernt worden, nichtsdestoweniger ist der Procentsatz immer noch höher als der berechnete. Wir können daher folgern, dass der Quarz Einschlüsse in diesem Mineral bildet, welche in winziger Dimension vorhanden sein müssen. Wären die Einschlüsse beispielsweise so fein oder noch feiner als die haarförmigen Rutile in Quarz, so würden sie durch Separation nach dem spec. Gew. nicht zu entfernen sein, noch würden sie, von Staurolith umschlossen, völlig der Einwirkung der Flusssäure zugänglich sein. Dass die von Groth vorgeschlagene Formel richtig ist, beweisen unsere Analysen, aber sicherlich ist auch ihre Einfachheit eines der stärksten Argumente, welches zu ihren Gunsten angeführt werden kann.

**Ueber die regelmässige Anordnung von Einschlüssen in den Staurolithkrystallen.** Die Untersuchung der Krystalle von Lisbon im Dünnschliffe ergab, dass sie sämmtlich dunkle Einschlüsse enthalten, welche in gewissen bestimmten Flächen angeordnet sind, ganz ähnlich der beim Andalusit so gewöhnlichen Erscheinung. Diese Einschlüsse sind wesentlich kohliger Natur, da die dunkeln Partien spec. leichter befunden wurden, als die klaren Staurolithpartien, und dieselben ferner beim Glühen in einem Luftstrome reichlich Kohlensäure entwickelten. Diese Einschlüsse, welche erst in genügend dünnen Schliffen deutlich hervortreten, können am besten in basischen Schnitten studirt werden.

Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4. Fig. 5.




Die Art der Anordnung dieser Einschlüsse zeigen die obenstehenden Figg. 2—5, wie sie an Platten aus einem einfachen, prismatischen Krystalle von 50 mm Länge und 11 mm Breite, aus welchem elf Schnitte parallel $0P$ gefertigt wurden, sich beobachten liessen.

Nahe am Ende ist die Anordnung wie in Fig. 2, während in der Mitte ein einfaches dunkles Kreuz, wie in Fig. 5 erscheint. Bei allen zwischenliegenden Schnitten wird der Rhombus immer kleiner, je näher der Schnitt der Mitte liegt, Fig. 3 und 4. Von einer Anzahl Krystalle, welche zerschnitten wurden, zeigten alle dieses Phänomen und die symmetrische Anordnung des Rhombus und Kreuzes. Der centrale Theil *a* und der äussere *b*,

bis zu den wirklichen Kanten des Schnittes, bestehen aus bemerkenswerth reiner Staurolithsubstanz. Die parallel der Makroaxe verlaufenden Balken verbreitern sich nach aussen und sind deutlicher und regelmässiger ausgeprägt, als jene parallel der Brachydiagonale. Aus einer Reihe von Schliffen geht mit grösster Klarheit hervor, dass jedes Staurolithprisma zwei Pyramidenskelette oder Phantome *P* enthält, umrandet von kohliger Substanz, deren Basisflächen zusammenfallen mit der Basis des Stauroliths, deren Spitzen im Centrum zusammenstossen, und von deren stumpfen und spitzen Polkanten aus die Einlagerungen sich als Häutchen oder Flossen *A* und *B* nach den verticalen Kanten des Prismas verbreiten. Die an der Seite der Fig. 6 befindlichen Zahlen zeigen die Stellen an, wo die Schliffe genommen wurden, welche die Fig. 2—5 abgebildeten Phänomene zeigen. Regelmässige Einschlüsse in Staurolith sind auch früher beobachtet worden*), aber augenscheinlich sind dieselben niemals an einer Reihe aus einem einzigen Krystalle stammender Schliffe eingehender studirt worden.

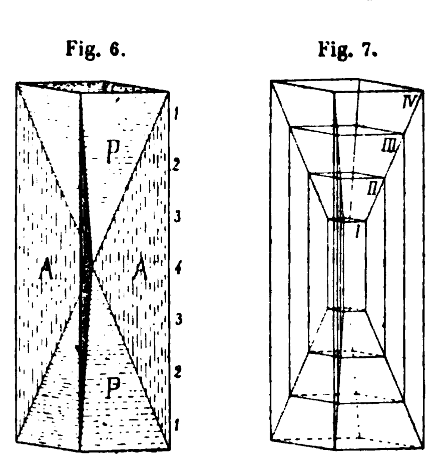


Fig. 6. Fig. 7.

Sucht man nach einer Erklärung dieser Einschlüsse, so darf man nicht vergessen, dass der Staurolith ein Mineral ist, das sich wesentlich in krystallinischen Schiefern findet, welche wahrscheinlich aus Schlamm- und Thonabsätzen entstanden sind. Die Staurolithkrystalle haben sich in diesen Gesteinen durch Einwirkung metamorpher Agentien unter hohem Drucke zu einer Zeit gebildet, als diese schon ziemlich fest und starr waren. Es bedurfte daher einer grossen Kraftäusserung seitens der Staurolithkrystalle, um das umgebende Gestein hinwegzudrücken und Platz für ihr Wachsthum zu erhalten, wir müssen daher die Unfähigkeit der Krystalle, unter solchen Umständen fremde Substanz auszuschliessen, sowie ihre Neigung solche aufzunehmen, berücksichtigen. Grössere Krystalle sind sicherlich hervorgegangen aus einer Vergrösserung eines kleineren, und der Anfangspunkt der Krystallisation ist unzweifelhaft jene Stelle im Centrum, wo die Spitzen der Pyramiden *P* sich vereinigen (Fig. 6). Bei der Entwickelung eines grösseren Krystalles aus einem kleineren wird wohl an verschiedenen

---

*) C. T. Jackson, Alger's Phillips Mineralogy 1844, 112.
Dana's Min., sixth ed. 560.
S. Webber, Proc. Nat. Institut. for the Promotion of Sci., Bull. 2, 1842, 197.
A. Lacroix, Min. de la France 1893, 11.

Punkten der Krystallflächen das Wachsthum begonnen haben, und die sich neu anlagernden Partikel mussten dann die fremde Substanz vor sich zur Seite schieben, bis die Krystallflächen complet waren. Jene Partikel indessen, welche bei ihrem Zusammentreffen die Prismenkanten bilden, können in einer solchen Weise zusammenstossen, dass sie gewisses fremdes Material nicht auszuschliessen im Stande sind, und zwar wird das Bestreben fremde Substanz einzuschliessen um so geringer sein, je stumpfer der Winkel ist, unter welchem die Krystallmolekel zusammentreffen, um eine Kante zu bilden, und um so grösser, je spitzer dieser Winkel ist. Ist dies richtig, so werden die Einschlüsse an den Kanten aufgenommen werden, und bei einem so reichlich kohligen Material, wie bei dem Staurolith in Rede wird das Resultat sein, dass bei der Entwickelung eines grösseren Krystalles aus einem kleineren das innere Prisma I (Fig. 7) bei seiner Vergrösserung auf II, III und IV dunkle Ablagerungen hinterlassen wird längs den Spuren seiner allmählich vorrückenden Kanten, entsprechend den Flächen *A*, *B* und *P* von Fig. 6. Aus der Untersuchung zahlreicher basischer Schnitte ergab sich allgemein, dass die Balken parallel der Makroaxe, also die Verunreinigungen, welche an der spitzen Kante des Prismas aufgenommen worden sind, die schwereren, jene parallel der Brachyaxe die leichteren sind und in manchen Fällen praktisch so gut wie ganz fehlen; die Umrisse des inneren Rhombus, also die Unreinigkeiten, welche längs der Kante von 90° zwischen Prisma und Basis aufgenommen worden sind, stehen in Bezug auf die Quantität der eingeschlossenen Materie in der Mitte. Die Neigung der Phantompyramide *P* (Fig. 6) scheint völlig abhängig von der relativen Entwickelung des Prismas und der Basis während des Wachsthums der Staurolithkrystalle und in keiner Weise im Zusammenhange zu stehen mit der Länge der krystallographischen Axe *c*.

Die obigen Betrachtungen sind hinreichend, um die merkwürdige Anordnung der Einschlüsse in den Krystallen zu erklären, und zweifellos können auch auf ähnliche Weise Einschlüsse in einigen Andalusiten erklärt werden.

Mineralogisch-petrographisches Laboratorium, Sheffield Scient. School, November 1893.

# III. Beiträge zur Krystallisation des Willemits.

Von

S. L. Penfield in New Haven.

(Mit 7 Textfiguren.)

---

Der Willemit ist bekanntlich bis jetzt noch ein selteneres Mineral von ziemlich beschränktem Vorkommen, und nur die manganhaltige Varietät Troostit von Franklin, Sussex Co., New Jersey, findet sich in so reichlicher Menge, um sie zu einem verwerthbaren Zinkerz zu machen. Spärlich findet er sich auch auf der Meritt-Mine im Socorro Co., New Mexico, ein Vorkommen, das von F. A. Genth*) analysirt und beschrieben worden ist. Bei Gelegenheit von Aufsammlungen für die U. S. Geol. Survey im Sommer 1891 fand ich auf einer Halde der Sedalia Copper-Mine bei Salida, Caffee Co., Colorado, ein wohlkrystallisirtes Stück dieses Minerals. Dies sind, so weit mir bekannt, die drei einzigen bekannten amerikanischen Fundorte des Willemits.

Unsere Kenntnisse über die Krystallisation des Willemits gründen sich nur auf einige wenige Arbeiten, nämlich auf eine Beschreibung der einfachen Krystalle von Moresnet bei Altenberg durch Lévy**) und auf Messungen mit dem Anlegegoniometer jener grossen Troostitkrystalle von New Jersey durch E. S. Dana***) und Des Cloizeaux†). Aus der Aehnlichkeit des Rhomboëderwinkels für Willemit, $Zn_2SiO_4$, und Phenakit, $Be_2SiO_4$, zog Groth††) den Schluss, dass auch der Willemit gleich letzterem der rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Abtheilung des hexagonalen Krystallsystemes angehöre, doch sind bis jetzt tetartoëdrisch ausgebildete Krystalle nicht bekannt geworden.

---

*) Proceedings Am. Phil. Soc. 1887, **24**, 43. Ref. diese Zeitschr. **14**, 295.
**) Annales des Mines 1843, **4**, 513.
***) System of Min., sixth Edit. 460.
†) Manuel de Minéralogie 1862, 43.
††) Tabell. Uebersicht d. Min. 1889, 111.

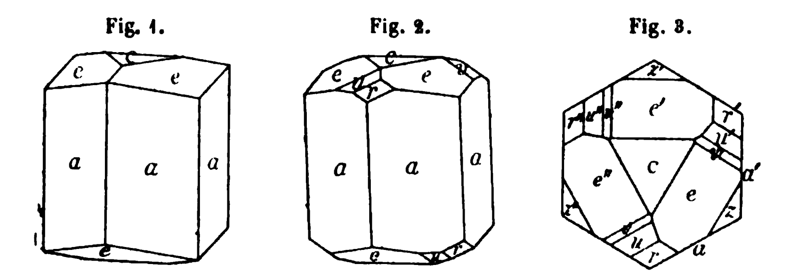
## Willemit von der Meritt-Mine, New Mexico.

Durch die Güte des Herrn G. W. Fiss in Philadelphia, Pa., konnte ich eine Reihe Stufen dieses Vorkommens untersuchen, welche zu goniometrischen Messungen taugliche Krystalle enthielten. Diese letzteren sind farblos, durchsichtig und erreichen eine Grösse von etwa 0,5 mm; einige derselben zeigen einen dunklen Kern von einer farblosen Hülle umgeben, oder aber nur klare Substanz an den äussersten Theilen des Prismas. Die Formen, welche festgestellt werden konnten, sind:

| | |
|---|---|
| $c\{0001\}\ 0R$ | $e\{01\bar{1}2\}\ -\frac{1}{2}R$ |
| $a\{11\bar{2}0\}\ \infty P2$ | $u\{2\bar{1}\bar{1}3\}\ \frac{\frac{2}{3}P2}{4}\ \frac{l}{r}$ |
| $r\{10\bar{1}1\}\ +R$ | |
| $z\{01\bar{1}1\}\ -R$ | $v\{\bar{1}3\bar{2}5\}\ -\frac{\frac{3}{5}P\frac{3}{2}}{4}\ \frac{r}{l}$. |

Die gewöhnliche Entwickelung dieser Flächen ist in Fig. 1 und 2 dargestellt. Das Rhomboëder der II. Ordnung $u$ fand sich an beiden Enden der Hauptaxe und stets in der von der Tetartoëdrie geforderten Lage; die

Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.




Rhomboëder $z$ und $v$ sind selten. Sämmtliche beobachteten Formen sind vereinigt in der Projection auf die Basis, Fig. 3. Auf einer Suite von Stücken dieses Vorkommens aus der Sammlung des verstorbenen Prof. F. A. Genth, welche mir Herr Dr. F. A. Genth jr. zur Verfügung stellte, fanden sich nur Krystalle der einfachen Combination Prisma und Basis.

Die Krystalle sind glänzend und geben gute Reflexe, wenn schon das Auftreten von Vicinalflächen die Messungen etwas unsicher macht; besonders zeigt die Basis Neigung zu einer Entwickelung flacher, vicinaler Rhomboëder, während die Prismen stets eine schwache Biegung oder Drehung aufweisen.

Obgleich die Messungen gleichartiger Winkel ziemliche Schwankungen aufweisen, stimmen doch die, nach dem Charakter des Signales, besten Messungen ziemlich überein mit den Werthen, welche sich aus dem Fundamentalwinkel Lévy's $p : p = (30\bar{3}4):(03\bar{3}4) = 51^{0}\ 30'$ berechnen. Ich

habe mich daher entschieden, sein Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,6696$ beizubehalten.

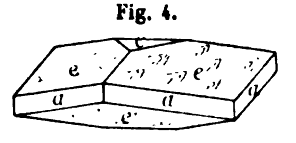
Die gemessenen und berechneten Winkel sind:

| | Berechnet: | Messung: Mittel: | Anzahl: | Grenzen: |
|---|---|---|---|---|
| $c : e = (0001):(01\bar{1}2)$ | $= 21^0\ 8'$ | $21^0\ 6'$ | 11 | $20^040'-21^028'$ |
| $e : e' = (01\bar{1}2):(\bar{1}012)$ | $= 36\ 23$ | 35 48 | 11 | 35 5 — 36 24 |
| $a : e = (11\bar{2}0):(01\bar{1}2)$ | $= 71\ 48$ | 71 39 | 7 | 71 14 — 71 57 |
| $r : e = (10\bar{1}1):(01\bar{1}2)$ | $= 31\ 59$ | 32 2 | 7 | 31 36 — 32 38 |
| $r : e' = (10\bar{1}1):(\bar{1}012)$ | $= 58\ 51$ | 58 45 | 2 | 58 25 — 59 5 |
| $c : r = (0001):(10\bar{1}1)$ | $= 37\ 42\frac{1}{2}$ | 37 56 | 1 | — |
| $c : z = (0001):(01\bar{1}1)$ | $= 37\ 42\frac{1}{2}$ | 37 57 | 1 | — |
| $e : u' = (01\bar{1}2):(\bar{1}2\bar{1}3)$ | $= 11\ 45\frac{1}{2}$ | 11 25 | 3 | 11 21 — 11 27 |
| $e : u = (01\bar{1}2):(2\bar{1}\bar{1}3)$ | $= 31\ 36$ | 31 51 | 1 | — |
| $c : u = (0001):(2\bar{1}\bar{1}3)$ | $= 24\ \ 3$ | 23 24 | 1 | — |
| $u : u' = (2\bar{1}\bar{1}3):(\bar{1}2\bar{1}3)$ | $= 41\ 20$ | 40 49 | 1 | — |
| $e : v = (01\bar{1}2):(\bar{1}3\bar{2}5)$ | $= 7\ \ 7$ | 7 23 | 1 | — |

## Willemit von der Salida-Mine, Salida, Colorado.

Die Krystalle dieses Fundortes sind durchsichtig, farblos bei etwa 3 mm Durchmesser; ihr Habitus ist in Fig. 4 dargestellt. Die Identität dieses Minerals ergiebt sich aus seinem Löthrohrverhalten, sowie aus folgenden Messungen.

Fig. 4.



| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $e : e = (1\bar{1}02):(01\bar{1}2)$ | $= 35^035'$ | $36^023'$ |
| $a : e = (\bar{1}2\bar{1}0):(01\bar{1}2)$ | $= 71\ 42$ | 71 48 |

Die Krystallflächen sind etwas gebogen und gestreift und auf einigen derselben sind kleine, vicinale Hügelchen entwickelt (Fig. 4), welche in Bezug auf das Rhomboëder $e$ monosymmetrisch sind und deutlich die Tetartoëdrie der Krystalle anzeigen. In Canadabalsam eingelegt zeigen diese mehr flachen Krystalle im convergenten polarisirten Lichte ein normales einaxiges Interferenzbild und starke, positive Doppelbrechung.

## Willemit oder Troostit von Franklin, New Jersey.

Die Krystalle dieses Fundortes, welche gewöhnlich in Kalk eingelagert sind, sind meist ziemlich rauh und zeigen nur die einfache Combination $\{11\bar{2}0\}\infty P2$, $\{10\bar{1}1\}+R$, $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$ und $\{0001\}0R$. In der Privatsammlung des Herrn F. A. Canfield in Dover, N. J., befinden sich indessen zwei Stücke, welche einer besonderen Beschreibung werth sind, indem die

Krystalle eine für die Franklin-Gruben ganz und gar ungewöhnliche Combination aufweisen, und ein prächtiges Beispiel für die rhomboëdrische Tetartoëdrie darbieten. Diese Stücke hat mir Herr **Canfield** zum Zwecke der Untersuchung gütigst überlassen und sei Demselben auch an dieser Stelle hierfür mein Dank ausgesprochen.

An einem Stücke sitzen einige beinahe durchsichtige grüne Prismen auf derbem Willemit und Franklinit. Eines derselben erreicht eine Länge von etwa 30 mm bei 20 mm Durchmesser und ist so aufgewachsen, dass

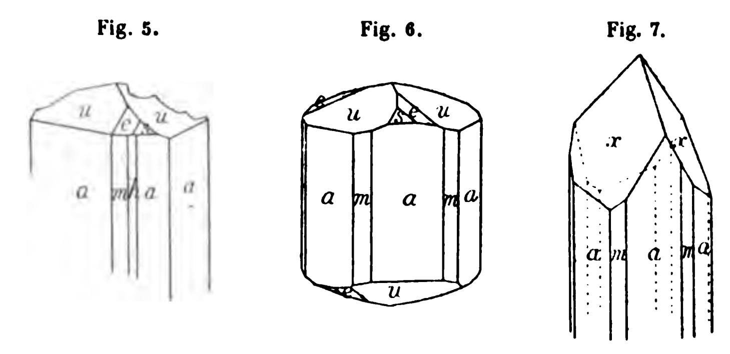


Fig. 5. Fig. 6. Fig. 7.

nur ein Theil der Flächen entwickelt ist, welche in Fig. 5 in ihrem natürlichen Verhältnisse dargestellt sind. Das vorherrschende Rhomboëder *u* ist zweiter Ordnung und entspricht in seiner Lage der Form *u* am Willemit von New Mexico $\{2\bar{1}\bar{1}3\}\frac{\frac{2}{3}P2}{4}\frac{l}{r}$, denn die Endflächen sind jene des unteren Endes anstatt des oberen und würden in symmetrischer Ausbildung erscheinen wie in Fig. 6. Das Rhomboëder *s* hat das Zeichen $\{11\bar{2}3\}\frac{\frac{2}{3}P2}{4}\frac{r}{l}$ und $e\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$; von den drei Prismen ist *m* erster, *a* zweiter und $h\{3\bar{1}\bar{2}0\}\frac{\infty P\frac{3}{2}}{4}\frac{l}{r}$ dritter Ordnung; das Zeichen des letzteren ist indessen nicht ganz sicher, da die Messungen keine sehr genauen sind.

Das zweite Exemplar zeigt lange Prismen von blassgrünem, beinahe durchsichtigem Willemit, eingewachsen in einen rosafarbenen, manganhaltigen Calcit. Nur ein einziges, etwa 6 mm im Durchmesser haltendes Prisma zeigte gute Endflächen, Fig. 7. Das Rhomboëder $x$ ist dritter Ordnung und hat das Symbol $\{3\bar{1}\bar{2}1\}\frac{3P\frac{3}{2}}{4}\frac{l}{r}$. Die Prismen sind glänzend, das Rhomboëder dagegen matt, so dass nur Messungen mit dem Anlegegoniometer ausgeführt werden konnten.

| | $a:x=(2\bar{1}\bar{1}0):(3\bar{1}\bar{2}1)$ | $a:x=(11\bar{2}0):(3\bar{1}\bar{2}1)$ | $x:x=(3\bar{1}\bar{2}1):(\bar{2}3\bar{1}1)$ |
|---|---|---|---|
| Gemessen | 28° 30′ | 54° 30′ | 102° 0′ |
| Berechnet | 28 5 | 53 59 | 102 10 |

Diese ebenso interessante wie ungewöhnliche Combination eines Prismas nur mit einem Rhomboëder dritter Ordnung gleicht jener einiger Phenakitkrystalle von Mt. Antero, Colorado *).

## Ueber die Spaltbarkeit des Willemits.

Einige Autoren machen die Angabe, dass Willemit eine deutliche basische Spaltbarkeit besitzt, während die manganhaltige Varietät, Troostit, parallel einem Prisma zweiter Ordnung spaltet. Diese Verschiedenheit, sowie der abweichende Habitus der Krystalle und die Differenz in der chemischen Zusammensetzung waren die Ursache, dass die beiden Mineralien als gesonderte Species betrachtet wurden.

Im Verlaufe der vorliegenden Untersuchung wurden auch die Spaltungsverhältnisse eingehend berücksichtigt. An den Krystallen von Moresnet konnte weder eine basische, noch eine prismatische Spaltbarkeit durch Aufsetzen einer Messerschneide etc. erhalten werden. Die Spaltbarkeit ist sehr unvollkommen und kann kaum als deutlich bezeichnet werden, beide sind etwa gleich unvollkommen, obgleich die basische, wohl in Folge der prismatischen Ausbildung, ein wenig leichter zu entstehen scheint. Ueberdies wurde wahrgenommen, dass milchige, weisse Krystalle die basische Spaltbarkeit leichter entstehen lassen, als klare durchsichtige. Zerbricht man die Krystalle ohne weitere Umstände, so zeigen dieselben gewöhnlich nur einen unregelmässigen bis muscheligen Bruch. Dasselbe gilt für die durchsichtigen Krystalle von New Jersey, während die gewöhnlichen, derben Stücke gemeiniglich nur unregelmässigen Bruch zeigen. Alle Versuche, Spaltbarkeit an den Krystallen von Salida und der Meritt-Mine zu erzeugen, scheiterten wegen der Form und Kleinheit der Krystalle.

Ich bin daher der Ansicht, dass keine wesentlichen Unterschiede bezüglich der Spaltbarkeit und Krystallform zwischen Willemit und Troostit vorhanden sind, welche eine Sonderung in zwei verschiedene Species nöthig machten.

Min. und petr. Laborat., Sheffield Scient. School, New Haven, Conn.

*) Americ. Journ. Sc. 1888, III, 36, 320.

# IV. Ueber die chemische Zusammensetzung des Chondrodits, Humits und Klinohumits.

Von

**S. L. Penfield und W. T. H. Howe in New Haven.**

(Mit 3 Textfiguren.)

**Einleitung.** Die Mineralien der Humitgruppe, unter welchem Namen obige Mineralien gewöhnlich zusammengefasst werden, sind schon wiederholt Gegenstand krystallographischer und chemischer Untersuchungen gewesen. Die Kenntniss ihrer Krystallisation verdanken wir bekanntlich so sorgfältigen und genauen Beobachtern, wie Haüy, Phillips, G. Rose, Lévy, Müller, Hausmann, Hessenberg, A. Scacchi, vom Rath, Nordenskiöld, Kokscharow, J. D. und E. S. Dana, C. Klein, Des Cloizeaux und H. Sjögren, deren Namen jedem Krystallographen und Mineralogen geläufig sind. Wir haben nicht die Absicht, in dieser Arbeit auf Details der Krystallisation dieser Mineralien einzugehen oder die Entwickelungsstufen zu betrachten, welche unsere heutigen Kenntnisse von diesen flächenreichen und complicirten Krystallen durchgemacht haben; dieses findet der Leser alles in der ausgezeichneten historischen Skizze, welche Hintze in seiner »Mineralogie« gegeben hat. Bei der Beschreibung der von uns untersuchten Krystalle bedienen wir uns im Wesentlichen derselben Buchstaben- und krystallographischen Bezeichnungen wie A. Scacchi*) und E. S. Dana**).

In der Humitgruppe werden gegenwärtig drei bestimmte Species unterschieden, deren jede charakterisirt ist durch das Auftreten gewisser Formen, welche sich an den anderen nicht finden. Die Axenverhältnisse dieser Species sind:

*) Pogg. Annal. 1851, Erg.-Bd. 3, 161.

**) Mineralogy VI. ed. 535; Trans. Conn. Acad. 3, 67.

| | | |
|---|---|---|
| Chondrodit, monoklin | $a:b:c = 1{,}08630:1:3{,}14472$; | $\beta = 90^0$ *) |
| Humit, rhombisch | $a:b:c = 1{,}08021:1:4{,}40334$; | $\beta = 90$ **) |
| Klinohumit, monoklin | $a:b:c = 1{,}08028:1:5{,}65883$; | $\beta = 90$ ***). |

Die $a$-Axen sind praktisch so gut wie gleich, und zwischen den Verticalaxen besteht, wie A. Scacchi und vom Rath gezeigt haben, die einfache Beziehung, dass jene des Chondrodits gleich $\frac{5}{9}$ und jene des Humits gleich $\frac{7}{9}$ ist von der Länge derjenigen des Klinohumits. Diese Beziehung ist ersichtlich aus der folgenden Tabelle, der auch noch das Axenverhältniss des nahe verwandten Chrysoliths beigefügt ist.

| | |
|---|---|
| Chondrodit | $a:b:\frac{1}{5}c = 1{,}08630:1:0{,}62894$ |
| Humit | $a:b:\frac{1}{7}c = 1{,}08021:1:0{,}62905$ |
| Klinohumit | $a:b:\frac{1}{9}c = 1{,}08028:1:0{,}62876$ |
| Chrysolith | $a:b:c\ = 1{,}0735\ :1:0{,}6296$ . |

Es ist hieraus ersichtlich, dass die ersten drei Mineralien eine krystallographische Reihe bilden und dass alle an denselben vorkommenden Formen praktisch auf ein und dasselbe Axenverhältniss bezogen werden können; doch werden hierbei die Parameter der verticalen Axe ungemein complicirt. Chondrodit und Klinohumit sind, obgleich ihr Axenwinkel $\beta = 90^0$ ist, monoklin, sowohl hinsichtlich der Flächenentwickelung als auch ihrer optischen Eigenschaften; beim Chondrodit bildet die Auslöschungsrichtung $26^0$—$30^0$, beim Klinohumit $7\frac{1}{2}^0$—$12\frac{1}{2}^0$ mit der Verticalaxe, während der Humit sich durchaus rhombisch verhält.

Die chemischen Beziehungen dieser Mineralien sind niemals in befriedigender Weise bestimmt worden. Es hat dies theilweise seinen Grund in der Schwierigkeit reines Material in genügender Menge zu erhalten, theils aber sind auch die Schwierigkeiten, welche die analytische Bestimmung von Kieselsäure und Fluor darbieten, nicht immer überwunden worden. Das Wasser, welches als Hydroxyl einen nie fehlenden Bestandtheil ausmacht, wurde entweder übersehen oder incorrect bestimmt. Scacchi (l. c.) betrachtet diese Mineralien als drei verschiedene Typen einer und derselben chemischen Substanz, welche er als Humit I., II. und III. Typus bezeichnet. Rammelsberg†) und vom Rath††) legen der ganzen Gruppe die Formel $Mg_5Si_2O_9$ zu Grunde, in welcher der Sauerstoff theilweise durch Fluor vertreten ist, und stellen fest, dass auch der Kieselsäuregehalt bei den verschiedenen Typen Schwankungen unterworfen ist.

---

*) E. S. Dana l. c.

**) A. Scacchi l. c.

***) vom Rath, Pogg. Ann. 1871, Erg.-Bd. 5, 373.

†) Mineralchemie 1875, 434.

††) Pogg. Ann. 1872, 147, 254.

Wingard*) kommt auf Grund seiner jüngsten Analysen zu dem Schlusse, dass allen drei Mineralien die gleiche Zusammensetzung zukommt, welche ausgedrückt werden kann durch die Formel $Mg_{19}Fl_4(OH)_2Si_8O_{38}$, während Hj. Sjögren**) hauptsächlich auf Grund einer Neuberechnung der älteren Analysen und der Erwägung, dass Wasser in denselben übersehen wurde, eine besondere Formel für jede Species aufstellt, nämlich:

| | |
|---|---|
| Klinohumit | $Mg_5[Mg(OH.Fl)]_2[SiO_4]_3$ |
| Humit | $Mg_3[Mg(OH.Fl)]_2[SiO_4]_2$ |
| Chondrodit | $Mg_4[Mg(OH.Fl)]_4[SiO_4]_3$. |

Sjögren nimmt das Fluor als isomorph mit dem Hydroxyl an und berücksichtigt die bereits von Rammelsberg und vom Rath beobachtete Thatsache, dass alle drei Mineralien Schwankungen im Kieselsäuregehalt zeigen.

Zu der vorliegenden Untersuchung konnten wir Material von folgenden Fundorten verwenden: Chondrodit von Warwick und Brewster, New York; Kafveltorp, Schweden, und Monte Somma, Italien. Humit und Klinohumit vom Monte Somma.

Nachdem der krystallographische Charakter des Minerals jeweils festgestellt worden war, wurde dasselbe pulverisirt, auf gleiches Korn abgesiebt und mit Hülfe von Baryumquecksilberjodid-Lösung von anhaftender Gangart und anderen Verunreinigungen getrennt. Durch Anwendung dieser genauen Trennungsmethoden erwuchs uns der Vortheil, gegenüber allen früheren Analytikern, eine reichliche Menge Material zur Verfügung zu erhalten. Jedes der erhaltenen Producte war fast völlig einheitlich im spec. Gewicht und beinahe absolut rein, wie eine Prüfung mit dem Polarisationsmikroskope ergab.

**Gang der Analyse.** Kieselsäure, Fluor und basisches Wasser wurden in einer besonderen Portion, gewöhnlich von 1—2 g bestimmt, welche mit Natrium-Kaliumcarbonat geschmolzen und nach der Berzelius'schen Methode für fluorhaltige Silicate weiter behandelt wurde. Beim Auslaugen der Schmelze mit Wasser in einem Platingefässe ging, in Folge des basischen Charakters des Minerals, nur eine kleine Quantität Kieselsäure in Lösung, welche direct getrennt wurde mit Hülfe von in Ammoniak gelöstem Zinkoxyd, wodurch die gebräuchliche Fällung mit Ammoniumcarbonat vermieden wird. Die vom Zinkoxyd und der Kieselsäure abfiltrirte, die Alkalicarbonate und Fluor enthaltende Lösung wurde nahezu mit Salzsäure neutralisirt, zum Sieden erhitzt und Fluorcalcium und Calciumcarbonat durch Zusatz von Chlorcalcium ausgefällt. Der gesammelte Niederschlag wurde

*) Zeitschr. Anal. Chem. 1885, **24**, 344. Ref. diese Zeitschr. **11**, 444.

**) Diese Zeitschr. 1883, **7**, 354.

in einem Platintiegel zur Rothgluth erhitzt und Calciumcarbonat oder Oxyd mittelst Essigsäure entfernt. Wir verfuhren dabei gewöhnlich folgendermassen: Zu dem geglühten Niederschlage im Tiegel wurde Wasser und ein oder zwei ccm Essigsäure hinzugefügt; das Ganze dann bei bedecktem Tiegel auf dem Wasserbade einige Zeit digerirt, schliesslich der Deckel abgenommen und die überschüssige Säure verdampft. Das getrocknete Salz wurde mit heissem Wasser extrahirt und durch ein kleines Filter filtrirt. Nach dem Auswaschen wurde das Filter im selben Tiegel verbrannt, der Rückstand wieder mit Wasser und einer kleinen Menge Essigsäure behandelt und die Operation so lange wiederholt, bis alles Calciumcarbonat und Oxyd ausgelaugt war. Die Erfahrung hat uns gezeigt, dass ein grosser Ueberschuss an Essigsäure zu niedrige Resultate liefert. Die Methode ist nicht zu weitschweifig und liefert sehr befriedigende Resultate, wie folgende Testversuche mit reinem Fluorcalcium, das mit soviel Chrysolith gemengt worden war, um ein annähernd gleiches Verhältniss von Fluor und Magnesiumsilicat zu erzielen wie im Chondrodit, ausweisen:

| Chrysolith: | dazu $CaFl_2$ | Aequiv. $Fl$ | $Fl$ gefunden: | Verlust: |
|---|---|---|---|---|
| 1,3782 | 0,2942 | 0,1438 | 0,1416 | 0,0022 |
| 1,3794 | 0,3012 | 0,1473 | 0,1456 | 0,0017 |

Die Resultate, obgleich etwas zu niedrig, stimmen auf 0,15 und 0,10 % des angewendeten Gemisches von Chrysolith und Fluorit. Eisen und Magnesia wurden durch Ammoniak getrennt und die Fällung schliesslich zweimal wiederholt, um eine völlige Trennung zu erzielen. Wasser wurde einmal direct gewogen im Schwefelsäure enthaltenden *U*-Rohre. Das Mineral wurde hierbei mit wasserfreiem Natriumcarbonat in einem Gooch'schen*) tubulirten Tiegel geschmolzen, wobei speciell darauf geachtet wurde, dass der Tiegel, in welchem die Schmelze vorgenommen wurde, von einem grösseren umgeben war, welcher Natriumcarbonat enthielt. Dadurch gelangen die Flammengase in keinerlei Contact mit dem inneren Tiegel und ein Eindringen derselben durch das rothglühende Platin, wodurch das Resultat zu hoch ausgefallen wäre, wurde hiermit vermieden. Diese Methode haben wir auf das Sorgfältigste geprüft und genaue Resultate erhalten. In einigen Analysen, wo der Procentgehalt an Eisenoxydul klein war, haben wir das Wasser auch als Glühverlust auf folgende Weise bestimmt: ungefähr 0,4 g Kalk wurden in einem Platintiegel bis zu constantem Gewichte geglüht und hiernach das Mineral eingewogen. Der Kalk wurde alsdann vorsichtigst gelöscht und mit soviel Wasser gemengt, um einen dünnen Brei zu erhalten, alsdann wurde auf dem Wasserbade zur Trockene verdampft und der Tiegel geglüht, zuerst gelinde und am Schlusse über dem Gebläse

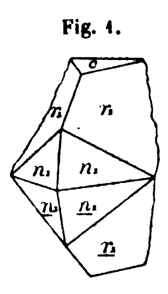
*) Americ. Chem. Journ. 1879, 1, 317.

bis zu constantem Gewicht. Der Kalk verhindert ein Entweichen des Fluors, und der Fehler, welcher durch völlige Oxydation des Eisens entsteht, beträgt nur einige wenige hundertstel eines Procent. Doppelte Bestimmungen nach beiden Methoden stimmen sehr gut mit einander überein. Das Wasser muss als chemisch gebundenes angesehen werden, da es nur durch heftiges Glühen ausgetrieben werden kann. So gab z. B. Chondrodit von Warwick, N. Y., welcher bei directer Bestimmung 1,43 und 1,48 % Wasser gab, nur 0,48 % beim Erhitzen im Glasrohre über der Gebläselampe, wobei Kalk zur Vermeidung von Fluorabgabe zugesetzt war. Die gewöhnlich angewendete Methode des Glühens mit Bleioxyd wurde ebenfalls geprüft und gänzlich unbrauchbar befunden, zwei Bestimmungen ergaben nur 0,77 % und 0,56 %.

## Chondrodit (Humit II. Typus von Scacchi).

**Chondrodit von Warwick, Orange Co., N. Y.** Das Analysenmaterial wurde einer Stufe (Nr. 2054) der Brush'schen Sammlung entnommen. Der Chondrodit bildet runde Körner von röthlichbrauner Farbe, eingewachsen in krystallinischen Kalkstein, zusammen mit Spinell und Graphit. Das Mineral war sehr frisch, zeigte auch gelegentlich Krystallflächen, aber unzulänglich zur Identification des Minerals. Wir begannen damit unsere Untersuchung, da es ein ausgiebiges Material lieferte, um die Methoden der mechanischen Trennung, sowie der chemischen Analyse zu prüfen. Das specifische Gewicht des mittelst schwerer Lösung gereinigten Pulvers lag zwischen 3,165 und 3,235. Unter dem Mikroskope ist nur eine Spur Unreinigkeiten zu bemerken, wahrscheinlich theilweise zersetzter Spinell, wodurch der geringe Thonerdegehalt der Analyse verständlich würde. Dass das Mineral wirklich Chondrodit ist, beweist die chemische Analyse, wie weiterhin gezeigt werden soll, indessen befindet sich vom selben Fundorte in der Brush'schen Sammlung auch ein kleines Stückchen (Nr. 2057) von genau gleichgefärbtem Material, das Krystalle zeigt, welche gemessen und mit Chondrodit identificirt werden konnten. Sie werden begleitet von aschgrauem Amphibol und sind offenbar aus Kalkstein ausgewittert. Die Krystalle sind angewachsen, so dass einzig die folgenden Formen festgestellt werden konnten:

Fig. 1.




$$c\{001\}0P, \quad n\{111\}-P, \quad r_2\{125\}-\tfrac{2}{5}P2\,.$$

Ausserdem fand sich noch ein Hemidoma, wahrscheinlich $\{\bar{1}02\}$ oder $\{\bar{3}05\}$, welches aber nicht genau festgestellt werden konnte. Die Krystalle sind Zwillinge nach der Basis, ihren Habitus zeigt Fig. 1. Es waren nur angenäherte Messungen möglich.

| | Gemessen: | Berechnet für Chondrodit: |
|---|---|---|
| $c : n_2 = (001):(111) =$ | $76^0 30'$ | $76^0 50'$ |
| $c : r_2 = (001):(125) =$ | 54 | 54 10 |
| $r_2 : r_2 = (125):(1\bar{2}5) =$ | 94 | 94 $51\frac{1}{2}$ |

**Chondrodit von der Tilly-Foster-Mine, Brewster, Puttnam Co., N. Y.**

Das Material bestand völlig aus isolirten Krystallen, welche wir selbst an Ort und Stelle gesammelt haben. Jeder Krystall wurde gemessen und zeigte die charakteristischen Chondroditformen. Der Habitus der verschiedenen Krystalle variirt beträchtlich, stimmt aber im Allgemeinen mit den von Dana abgebildeten Typen überein. Die von uns beobachteten Formen nebst einigen Winkeln sind:

$b\{010\}\infty\bar{P}\infty$, $n_2\{\bar{1}11\}P$, $r_1\{\bar{1}27\}\frac{2}{7}\bar{P}2$, $c\{001\}0P$, $r_2\{125\}-\frac{2}{5}\bar{P}2$, $r_3\{\bar{1}23\}\frac{2}{3}\bar{P}2$, $i_1\{012\}\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $r_4\{121\}-2\bar{P}2$, $m_2\{\bar{3}21\}3\bar{P}\frac{3}{2}$.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $r_2 : r_2 = (125):(1\bar{2}5) =$ | $94^0 51'$ | $94^0 51\frac{1}{2}'$ |
| $r_1 : r_1 = (\bar{1}27):(\bar{1}\bar{2}7) =$ | 79 15 | 79 24 |
| $r_3 : r_3 = (\bar{1}23):(\bar{1}\bar{2}3) =$ | 112 $43\frac{1}{2}$ | 112 55 |
| $r_1 : r_3 = (\bar{1}27):(\bar{1}23) =$ | 21 54 | 21 53 |
| $r_3 : r_4 = (12\bar{3}):(121) =$ | 31 $39\frac{1}{2}$ | 31 39 |
| $b : r_4 = (010):(121) =$ | 26 3 | 25 58 |
| $r_3 : n_2 = (\bar{1}23):(\bar{1}11) =$ | 19 42 | 19 $31\frac{1}{2}$ |
| $m_2 : n_2 = (\bar{3}21):(\bar{1}11) =$ | 13 46 | 13 42 |

Die Krystalle sind ganz aussergewöhnlich frisch und zeigen keine Spur einer Serpentinisirung. Einige ganz reine durchsichtige Stückchen wurden mit der Lupe ausgesucht, während mit Gangart behaftete Krystalle pulverisirt und mit schwerer Lösung behandelt wurden. Das zur Analyse verwendete Pulver hat ein specifisches Gewicht zwischen 3,204 und 3,231.

**Chondrodit von Kafveltorp, Schweden.**

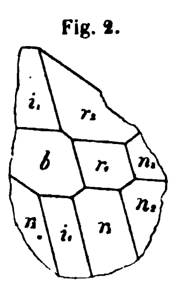


Fig. 2.

Das Material unserer Untersuchung stammt ebenfalls aus Brush's Sammlung (Nr. 2040). Die gelblichbraunen Krystalle sind eingewachsen in Sulfide und ihr Habitus sowohl, wie ihre ungewöhnliche Association entspricht völlig der von Sjögren*) gegebenen Beschreibung. Begleitmineralien sind vorherrschend Galenit und Sphalerit mit ein wenig Chalkopyrit und Amphibol. Es gelang nur Krystallfragmente zu isoliren; Fig. 2 giebt die an einem solchen Fragmente entwickelten Formen in einer Projection auf $(0\bar{1}0)$. Einige der gemessenen Winkel sind:

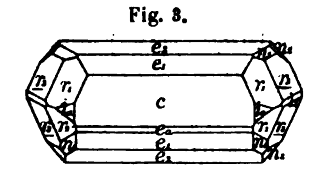
*) Diese Zeitschr. 1883, 7, 113.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $c : r_2 = (001):(125)$ | = 53° 51′ | 54° 10′ |
| $r_2 : r_4 = (125):(121)$ | = 27 38 | 27 37 |
| $r_4 : r_3 = (121):(12\bar{3})$ | = 31 45 | 31 39 |
| $b : r_4 = (010):(121)$ | = 26 2½ | 25 58 |
| $c : n_2 = (001):(111)$ | = 77 3 | 76 50 |
| $n_2 : n_2 = (111):(11\bar{1})$ | = 26 18 | 26 10 |

Das mittelst schwerer Lösung gereinigte Material hatte ein spec. Gew. von 3,252 bis 3,265.

### Chondrodit vom Mte. Somma, Italien.

Fig. 3.



Das Material zu unseren Analysen stammt von einer Stufe aus Brush's Sammlung (Nr. 2063), welche derselbe von Professor A. Scacchi erhalten hat. Die Krystalle sind honiggelb, durchsichtig, von Calcit und Meroxen begleitet und zeigen die in Fig. 3 in basischer Projection dargestellten Formen. Es wurden folgende Winkel gemessen:

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $c : e_2 = (001):(101)$ | = 70° 52′ | 70° 56½′ |
| $c : -e_2 = (001):(\bar{1}01)$ | = 70 48 | 70 56½ |
| $c : e_1 = (001):(103)$ | = 44 1 | 43 59 |
| $c : -e_1 = (001):(\bar{1}03)$ | = 43 52 | 43 59 |
| $c : e_a = (001):(105)$ | = 29 55 | 30 4 |
| $c : i_1 = (001):(012)$ | = 57 24 | 57 33 |
| $c : i_a = (001):(014)$ | = 38 4 | 38 10½ |
| $c : r_2 = (001):(125)$ | = 53 38 | 54 10 |
| $(c : r_2$ $:(125)$ | = 54 13 | 54 10) |
| $c : r_1$ $:(\bar{1}27)$ | = 44 35 | 44 41 |
| $c : r_3$ $:(\bar{1}23)$ | = 66 24 | 66 34 |
| $c : n_1$ $:(113)$ | = 54 43 | 54 56 |
| $c : -n_1$ $:(\bar{1}13)$ | = 54 54 | 54 56 |
| $c : n_2$ $:(111)$ | = 76 38 | 76 50 |
| $c : -n_2$ $:(\bar{1}11)$ | = 76 46 | 76 50 |

Der gemessene Krystall war wahrscheinlich ein Zwilling nach der Basis, da entgegen der gewöhnlichen Flächenanordnung $r_2$ hinten unter $r_1$ und $r_3$, vorn unter $r_2$ gelegen ist. Sämmtliche Krystalle waren von genau gleicher Farbe und allgemeinem Aussehen, es wurde daher angenommen, dass sie alle zum Chondrodit gehören, obwohl nur einer gemessen wurde. Es ist dies auch um so wahrscheinlicher, als schon Scacchi*) feststellte, dass

*) Pogg. Ann. 1851, Erg.-Bd. 3, 181.

an einem Somma-Blocke gewöhnlich nur Humit eines Typus vorkommt. Das mit Hülfe schwerer Lösungen gewonnene Pulver hat ein spec. Gewicht zwischen 3,194 und 3,215.

Die Analysen ergaben folgende Resultate.

**Warwick, N. Y.**

Spec. Gew. = 3,165—3,235.

| | I. | II. | III. | IV. | Mittel: | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 33,85 | 33,67 | 33,82 | 33,86 | 33,80 | 0,563 | 0,563 |
| $MgO$ | 55,74 | 55,87 | 55,78 | 55,68 | 55,70 | 1,396 } | 1,433 |
| $FeO$ | 2,59 | 2,64 | 2,69 | — | 2,64 | 0,037 } | |
| $Al_2O_3$ | 1,79 | 1,87 | — | — | 1,83 | | |
| $Fl$ | 7,32 | 7,26 | 7,32 | — | 7,30 | 0,384 } | 0,546 |
| $H_2O$ | 1,43 | 1,48 | — | — | 1,46 | — 9 = 0,162 } | |
| | | | | | 102,73 | | |
| | | | | *O* äquivalent *Fl* = | 3,07 | | |
| | | | | | 99,66 | | |

**Brewster, N. Y.**

Spec. Gew. = 3,204—3,231.

| | I. | II. | III. | Mittel: | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 33,66 | 33,48 | 33,87 | 33,67 | 0,561 | 0,561 |
| $MgO$ | 54,68 | 54,92 | 54,78 | 54,79 | 1,370 } | 1,452 |
| $FeO$ | 5,89 | 5,96 | 5,99 | 5,94 | 0,082 } | |
| $Fl$ | 5,25 | 5,38 | 5,31 | 5,30 | 0,279 } | 0,593 |
| $H_2O$ | 2,60 | 2,44 | 2,61 | 2,55 | — 9 = 0,294 } | |
| | | | | 102,25 | | |
| | | | *O* äquivalent *Fl* = | 2,23 | | |
| | | | | 100,02 | | |

**Kafveltorp, Schweden.**

Spec. Gew. = 3,252—3,265.

| | I. | II. | III. | IV. | Mittel: | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 33,36 | 33,28 | 33,18 | 33,52 | 33,33 | 0,556 | 0,556 |
| $MgO$ | 54,23 | 54,37 | — | — | 54,30 | 1,358 } | 1,450 |
| $FeO$ | 6,66 | 6,58 | — | — | 6,62 | 0,092 } | |
| $Fl$ | 6,74 | 6,58 | 6,63 | 6,43 | 6,60 | 0,347 } | 0,533 |
| $H_2O$ | 1,63 | 1,72 | — | — | 1,67 | — 9 = 0,186 } | |
| | | | | | 102,52 | | |
| | | | | *O* äquivalent *Fl* = | 2,76 | | |
| | | | | | 99,76 | | |

### Mte. Somma, Italien.

Spec. Gew. = 3,194—3,215.

| | I. | II. | Mittel: | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 33,96 | 33,78 | 33,87 | 0,564 | 0,564 |
| $MgO$ | 56,37 | 56,55 | 56,46 | 1,411 | 1,461 |
| $FeO$ | 3,72 | 3,60 | 3,66 | 0,050 | |
| $Fl$ | 5,09 | 5,21 | 5,15 | 0,271 | 0,584 |
| $H_2O$ | 2,92 | 2,72 | 2,82 — 9 = | 0,313 | |
| | | | 101,96 | | |
| | | $O$ äquivalent $Fl$ = | 2,16 | | |
| | | | 99,80 | | |

Bei der Discussion der Analysen wurde angenommen, dass $FeO$ durch $MgO$ und $HO$ durch $Fl$ isomorph vertreten wird. Die Molekularverhältnisse gestalten sich alsdann folgendermassen:

| | $SiO_2$ | : $(MgO+FeO)$ | : $(Fl+OH)$ | |
|---|---|---|---|---|
| Warwick | 0,563 : | 1,433 | : 0,546 | = 1,96 : 5 : 1,90 |
| Brewster | 0,561 : | 1,452 | : 0,593 | = 1,93 : 5 : 2,04 |
| Kafveltorp | 0,556 : | 1,450 | : 0,533 | = 1,92 : 5 : 1,84 |
| Mte. Somma | 0,560 : | 1,461 | : 0,584 | = 1,93 : 5 : 1,99 |

Diese sämmtlichen Verhältnisse führen aber wie ersichtlich auf

$$SiO_2 : RO : (Fl + OH) = 2 : 5 : 2 ,$$

aus welchem sich folgende Formel für den Chondrodit ableitet: $Mg_5(Fl.OH)_2Si_2O_8$, welche aufgefasst werden kann als eine isomorphe Mischung von $Mg_3(Mg.Fl)_2(SiO_4)_2$ und $Mg_3(MgOH)_2(SiO_4)_2$. Das Verhältniss von Fluor zu Hydroxyl, resp. das dieser beiden Silicate, schwankt beträchtlich. Beim Chondrodit von Brewster und der Somma ist es nahezu 1 : 1, von Kafveltorp 2 : 1 und bei jenem von Warwick $2\frac{1}{3}$ : 1. Die spec. Gew. dagegen sind einander sehr ähnlich und schwanken nur zwischen 3,165 und 3,265; vermuthlich nehmen sie mit dem Eisengehalte zu.

Zum besseren Vergleiche der Analysen mit der Theorie sind dieselben im Nachfolgenden reducirt und alles Eisenoxydul auf Magnesia umgerechnet.

| | Brewster: | Mte. Somma: | Berechnet mit $Fl : OH = 1 : 1$ |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 34,56 | 34,52 | 35,29 |
| $MgO$ | 59,69 | 59,56 | 58,82 |
| $Fl$ | 5,44 | 5,25 | 5,59 |
| $H_2O$ | 2,62 | 2,88 | 2,65 |
| | 102,31 | 102,21 | 102,35 |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 2,31 | 2,21 | 2,35 |

| | Warwick: | Kafveltorp: | Berechnet mit $Fl : OH = 2 : 1$ |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 34,91 | 34,42 | 35,22 |
| $MgO$ | 59,23 | 59,90 | 58,71 |
| $Fl$ | 7,54 | 6,81 | 7,44 |
| $H_2O$ | 1,51 | 1,73 | 1,76 |
| | 103,19 | 102,86 | 103,13 |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 3,19 | 2,86 | 3,13 |

In sämmtlichen Analysen erscheint der Magnesiagehalt etwas zu hoch und dementsprechend der Kieselsäure- und $(Fl + OH)$-Gehalt etwas zu niedrig, im Ganzen aber stimmen sie sehr gut mit der Theorie.

### Frühere Analysen des Chondrodits.

Bei der Discussion der älteren Analysen muss berücksichtigt werden, dass das Wasser gewöhnlich übersehen oder incorrect bestimmt wurde. Wir haben nachstehend die besten zusammengestellt, welche an Material von bekanntem krystallographischem Charakter ausgeführt worden sind.

Vom Monte Somma.

I. Rammelsberg*), bräunlichgelbe Krystalle. Mittel aus zwei Analysen.
II. G. vom Rath, hellgelbe - - - - -
III. Wingard hellweingelbe - - - - -

Von Kafveltorp, Schweden.

IV. Wingard, weingelbe Krystalle. Mittel aus drei Analysen.
V. G. vom Rath, Mittel aus zwei Analysen.
VI. Hj. Sjögren**), braune Krystalle.
VII. - gelbe Krystalle.

Von Brewster, N. Y.

VIII. Hawes***), granatrothe Krystalle, gemessen und identificirt von E. S. Dana. Mittel aus zwei Analysen.

*) Pogg. Ann. 1852, 86, 413.
**) Diese Zeitschr. 1883, 7, 356.
***) Trans. Conn. Acad. 1874, 3, 86.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. | VII. | VIII. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Spec. Gew. | 3,190 | 3,125 | — | — | — | — | — | 3,22 |
| $SiO_2$ | 33,26 | 33,92 | 33,63 | 33,60 | 33,66 | 33,13 | 34,01 | 34,08 |
| $MgO$ | 57,92 | 59,33 | 58,13 | 53,05 | 53,26 | 54,71 | 54,97 | 53,44 |
| $FeO$ | 2,30 | 1,71 | 3,88 | 8,67 | 6,82 | 4,95 | 4,62 | 7,22 |
| $Fl$ | 5,04 | 2,59 | 5,20 | 5,58 | 4,24 | 4,99 | 4,56 | 4,01 |
| $H_2O$ | — | — | 1,37 | 1,31 | — | 0,55 | 0,61 | — |
| $Al_2O_3$ | 1,06 | 0,97 | — | — | 0,67 | 0,68 | 0,71 | 0,44 |
| $CaO$ | 0,74 | — | — | $Fe_2O_3$ 0,12 | — | $MnO$ 0,75 | $MnO$ 0,81 | — |
| | 100,32 | 98,52 | 102,21 | 102,33 | 98,65 | 99,76 | 100,29 | 99,19 |
| $O = Fl$ | 2,12 | 1,09 | 2,19 | 2,35 | 1,78 | 2,10 | 1,92 | 1,69 |
| | 98,20 | 97,43 | 100,02 | 99,98 | 96,87 | 97,66 | 98,37 | 97,50 |
| Ber. $H_2O$ | *2,94* | *4,19* | *1,58* | *1,24* | *3,12* | *2,29* | *2,45* | *3,27* |
| | 101,14 | 101,62 | 101,60 | 101,22 | 99,99 | 99,95 | 100,82 | 100,77 |

Es ist hieraus ersichtlich, dass alle Analysen, mit Ausnahme von III. und IV., nach Abzug der dem Fluor äquivalenten Sauerstoffmenge nur 96 bis 98 % ergeben, es ist daher wohl anzunehmen, dass der Verlust in Wasser bestehe, welches nicht bestimmt wurde. Wir haben, unter Zugrundelegung der Protoxyde $MgO$ und $FeO$, die fehlende Wassermenge berechnet, welche erforderlich ist, um zu dem von uns gefundenen Verhältnisse $RO : (Fl + OH) = 5 : 2$ zu gelangen. Addirt man die in der Zeile »Berechn. $H_2O$« gefundenen Werthe, so stimmen die Analysen, namentlich die letzten vier, besser auf 100 als zuvor; eine Ausnahme machen nur die Wingard'schen Analysen III. und IV. Diese Art der Herleitung des Wassers ist wahrscheinlich günstiger, als jene es aus der Differenz der Analyse zu berechnen, da in letzterem Falle alle Fehler der Analyse sich auf diesen Bestandtheil häufen, welcher, zufolge seines Molekulargewichtes, sehr genaue Bestimmungen erfordert, um ein scharfes und correctes Verhältniss zu liefern, der Procentgehalt an Kieselsäure schwankt von 33,13—34,08 %, während derselbe in unseren Analysen sich zwischen 33,33 und 33,8 % bewegt. In der nachfolgenden Tabelle sind die Verhältnisse $SiO_2 : RO$ gegeben, welche, wie ersichtlich, ziemlich gut mit dem von unserer Formel verlangten Verhältnisse 2 : 5 übereinstimmen.

| | $SiO_2$ : $RO$ | | | $SiO_2$ : $RO$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0,554 : 1,489 | = 1,88 : 5 | V. | 0,561 : 1,426 | = 1,96 : 5 |
| II. | 0,565 : 1,507 | = 1,88 : 5 | VI. | 0,552 : 1,447 | = 1,91 : 5 |
| III. | 0,561 : 1,507 | = 1,86 : 5 | VII. | 0,567 : 1,448 | = 1,96 : 5 |
| IV. | 0,560 : 1,446 | = 1,94 : 5 | VIII. | 0,568 : 1,436 | = 1,98 : 5 |

Es ist sehr befriedigend, dass unsere Formel in dieser Weise durch die Analysen früherer Analytiker bestätigt wird.

**Humit** (II. Typus von Scacchi).

Von Humit hatten wir nur das Vorkommen vom Vesuv (Mte. Somma) zur Verfügung, von welchem zwei verschiedene Proben analysirt wurden. Das Material zur ersten Analyse wurde von einer Stufe genommen, welche Herr Dr. A. E. Foote in Philadelphia uns geliefert hatte. Die Humitkryställchen, deren Durchmesser 2—3 mm betrug, waren nahezu farblos und durchsichtig und associirt mit Spinell und Calcit. Ihr Habitus entspricht im Allgemeinen der Abbildung von vom Rath*), welche Dana in seinem »System« (6. Aufl.) S. 535 copirt hat.

Einige der gemessenen und berechneten Winkel sind:

| | | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $c : e_2 =$ | (001):(101) | = 45°29′ | 45°32½′ |
| $c : e_4$ | :(102) | = 63 51 | 63 52 |
| $c : e_5$ | :(101) | = 76 17 | 76 13 |
| $c : r_1$ | :(1.2.10) | = 44 9½ | 44 8½ |
| $c : r_2$ | :(128) | = 50 31½ | 50 30 |
| $c : r_3$ | :(126) | = 58 16 | 58 16 |
| $c : i_2$ | :(013) | = 55 45 | 55 44 |
| $c : i_3$ | :(011) | = 76 59 | 77 12 |

Das gereinigte Material hatte das spec. Gew. 3,194 bis 3,201.

Das Material zur zweiten Analyse stammt von einer Stufe (Nr. 1102) des Yale College-Cabinets. Die Krystalle, welche von Kalkspath und Biotit begleitet sind, sind kastanienbraun und von ähnlichem Habitus wie die obigen.

| | | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $c : i_2 =$ | (001):(013) | = 55°44′ | 55°44′ |
| $c : i_2$ | :(0$\bar{1}$3) | = 55 49 | 55 44 |

Das specifische Gewicht des Analysenmateriales schwankte von 3,183 bis 3,225.

Erste Analyse.

| | I. | II. | III. | IV. | Mittel: | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 36,59 | 36,63 | 36,63 | 36,68 | 36,63 | 0,6105 | |
| $MgO$ | 56,34 | 56,43 | 56,59 | 56,45 | 56,45 | 1,411 | 1,444 |
| $FeO$ | 2,33 | 2,43 | 2,46 | 2,30 | 2,35 | 0,033 | |
| $Fl$ | 3,12 | 3,06 | 2,96 | — | 3,08 | 0,162 | 0,423 |
| $H_2O$ | 2,42 | 2,48 | — | — | 2,45 — 9 | = 0,261 | |
| | | | | | 100,96 | | |
| | | | $O$ äquivalent $Fl$ | = | 1,26 | | |
| | | | | | 99,70 | | |

*) Pogg. Ann. Erg.-Bd. 5, Taf. VII, Fig. 1.

Zweite Analyse.

| | I. | II. | Mittel: | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 36,84 | 36,63 | 36,74 | 0,612 | |
| $MgO$ | 56,21 | 56,42 | 56,31 | 1,408 | 1,437 |
| $FeO$ | 2,22 | 2,21 | 2,22 | 0,029 | |
| $Fl$ | 3,89 | 4,02 | 3,96 | 0,208 | 0,444 |
| $H_2O$ | 2,18 | 2,08 | 2,13 — 9 = | 0,236 | |
| | | | 101,36 | | |
| | | $O$ äquivalent $Fl$ = | 1,66 | | |
| | | | 99,70 | | |

Diese Analysen weichen von jenen des Chondrodits dadurch ab, dass sie einen etwa 3 % grösseren Kieselsäuregehalt aufweisen, die Molekularverhältnisse also verschieden werden.

| | $SiO_2$ : $MgO$ : $(Fl+OH)$ | |
|---|---|---|
| Erste Analyse | 0,6105 : 1,444 : 0,423 | = 2,97 : 7 : 2,06 |
| Zweite - | 0,612 : 1,437 : 0,444 | = 2,99 : 7 : 2,16 |

Dies Molekularverhältniss 3 : 7 : 2 führt auf die Formel $Mg_5[Mg(Fl.OH)]_2[SiO_4]_3$ für den Humit. Das Verhältniss des $Fl : OH$ ist in der ersten Analyse nahezu wie 2 : 3, in der zweiten dagegen etwa 1 : 1. Im Nachstehenden geben wir die aus diesen Verhältnissen berechneten Werthe neben den reducirten Analysen, $FeO$ auf $MgO$ umgerechnet.

| | 1. Analyse: | Ber. für $Fl : OH = 2 : 3$ | 2. Analyse: | Ber. für $Fl : OH = 1 : 1$ |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 37,15 | 37,53 | 37,24 | 37,50 |
| $MgO$ | 58,56 | 58,38 | 58,27 | 58,34 |
| $Fl$ | 3,12 | 3,17 | 4,02 | 3,96 |
| $H_2O$ | 2,48 | 2,25 | 2,16 | 1,87 |
| | 101,31 | 101,33 | 101,69 | 101,67 |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 1,31 | 1,33 | 1,69 | 1,67 |

Die Uebereinstimmung zwischen den gefundenen und berechneten Werthen ist eine ganz vorzügliche, so dass die Formel als wohl begründet angenommen werden kann.

### Frühere Analysen des Humit.

Nachstehende Analysen sind zum Vergleiche brauchbar.

Monte Somma.

I. Rammelsberg, graugelbe Krystalle.
II. G. vom Rath, hellbraune Krystalle. Mittel von zwei Analysen.
III. Wingard, hellgelbe - - - - -
IV. - dunkelgelbe Krystalle.

Ladu-Grube, Schweden.

V. **Wingard.** Nicht ganz reines Material, das schon beginnende Serpentinisirung wahrnehmen lässt, was den hohen Wassergehalt erklärlich macht.

VI. **Hj. Sjögren.**

Analysen.

| | I. | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Spec. Gew. | 3,216 | 3,208 | — | — | — | — |
| $SiO_2$ | 34,80 | 35,49 | 35,43 | 35,55 | 35,26 | 35,13 |
| $MgO$ | 60,08 | 54,28 | 56,29 | 52,86 | 55,48 | 55,16 |
| $FeO$ | 2,40 | 5,12 | 3,70 | 7,31 | 3,51 | 3,26 |
| | — | $CaO$ 0,20 | — | — | — | $MnO$ 0,41 |
| | — | $Al_2O_3$ 0,76 | — | — | — | — |
| $Fl$ | 3,47 | 2,43 | 5,63 | 5,60 | 4,72 | 2,45 |
| $H_2O$ | — | — | 1,48 | 1,37 | 3,07 | 2,16 |
| | 100,75 | 98,28 | 102,53 | 102,69 | 102,04 | 98,57 |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 1,46 | 1,02 | 2,37 | 2,36 | 1,98 | 1,03 |
| | 99,29 | 97,26 | 100,16 | 100,33 | 100,06 | 97,54 |
| Berechnet $H_2O$ | *2,29* | *2,52* | — | — | — | *0,35* |
| | 101,58 | 99,78 | | | | 97,89 |

Wie ersichtlich, schwankt der Kieselsäuregehalt in diesen Analysen zwischen 34,80 und 35,55 %, ist also, übereinstimmend mit unserem Resultate, höher als beim Chondrodit. Die Zahlen unter »Berechnet $H_2O$« repräsentiren jene Menge Wasser, um das Verhältniss $RO : (Fl + OH)$ auf 7 : 2 zu bringen. Addirt man diese Werthe, so wird das Resultat der Analyse II. sehr befriedigend, das der Analyse I. zu hoch. In Wingard's Analysen ist bereits die hinlängliche Menge Fluor und Wasser vorhanden, welche dem geforderten Verhältnisse entspricht. Sjögren's Bestimmung ist dagegen augenscheinlich zu niedrig ausgefallen. Die Molekularverhältnisse sind:

| | $SiO_2$ | : $RO$ | : $Fl+OH$ | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| I. | 0,580 | : 1,535 | : — | = 2,65 | : 7 | : — |
| II. | 0,592 | : 1,428 | : — | = 2,90 | : 7 | : — |
| III. | 0,591 | : 0,458 | : 4,60 | = 2,84 | : 7 | : 2,21 |
| IV. | 0,593 | : 1,422 | : 4,47 | = 2,92 | : 7 | : 2,20 |
| V. | 0,588 | : 1,436 | : 5,89 | = 2,87 | : 7 | :(2,8 ?) |
| VI. | 0,586 | : 1,430 | : 3,69 | = 2,87 | : 7 | : 1,8 |

Das Verhältniss $SiO_2 : RO$ ist sehr nahe 3 : 7, wie es unsere Formel erheischt, und in Analyse III., IV. und VI. ist das $(Fl + OH)$ nicht weit von dem correcten Verhältnisse $RO : (Fl + OH) = 7 : 2$ entfernt. Hierdurch erhält aber die von uns aufgestellte Formel auch eine Bestätigung durch die Analysen anderer Autoren.

**Klinohumit** (Humit III. Typus Scacchi's).

Zur Untersuchung standen uns zwei Stücke von der Somma zur Verfügung, eines aus der Brush'schen Sammlung (Nr. 2064), das er von W. Sartorius von Waltershausen erhalten hatte, und eines aus der Sammlung des Yale College (Nr. 4443). Die Krystalle des ersteren sind licht weingelb, durchsichtig und vom selben Habitus, wie die von vom Rath*) abgebildeten Krystalle. Begleitmineralien sind: Forsterit, Biotit, Spinell, Calcit und ein wenig Vesuvian. Die Messungen, welche zur Identificirung des Minerals dienen, ergaben folgende Werthe:

| | | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $c : e_4$ | $= (001):(101)$ | $= 79^\circ 12'$ | $79^\circ 11\frac{1}{2}'$ |
| $c : e_3$ | $= (001):(103)$ | $= 60\ 13$ | $60\ 12$ |
| $c : e_2$ | $= (001):(105)$ | $= 46\ 24$ | $46\ 20$ |
| $c : e_1$ | $= (001):(107)$ | $= 36\ 49$ | $36\ 48\frac{1}{2}$ |
| $c : -e_1$ | $= (001):(\bar{1}07)$ | $= 36\ 49$ | $36\ 48\frac{1}{2}$ |
| $c : i_2$ | $= (001):(014)$ | $= 54\ 43$ | $54\ 45$ |
| $c : i_1$ | $= (001):(016)$ | $= 43\ 19$ | $43\ 19\frac{1}{2}$ |
| $c : r_5$ | $= (001):(\bar{1}27)$ | $= 60\ 42$ | $60\ 42$ |
| $c : r_3$ | $= (001):(\bar{1}.2.11)$ | $= 48\ 35$ | $48\ 35$ |
| $c : r_1$ | $= (001):(\bar{1}.2.15)$ | $= 39\ 46$ | $39\ 44\frac{1}{2}$ |
| $c : r_2$ | $= (001):(1.2.13)$ | $= 43\ 49$ | $43\ 49$ |
| $c : r_4$ | $= (001):(129)$ | $= 54\ 10$ | $54\ 11$ |
| $c : n_2$ | $= (001):(115)$ | $= 57\ 2$ | $57\ 2\frac{1}{2}$ |

Das specifische Gewicht in schwerer Lösung wurde zu 3,184 und 3,222 gefunden, dies ist aber fast genau gleich dem des Forsterits, es mussten daher die gelben Klinohumitkrystalle von den farblosen Forsteriten durch Auslesen mit der Hand getrennt werden. Auf diese Weise konnten nur 0,3879 g Material gewonnen werden, womit die Analyse ausgeführt werden musste. Dasselbe wurde in einem Gooch'schen Tiegel mit trockenem Natriumcarbonat geschmolzen, um das Wasser zu erhalten, die Schmelze ausgelaugt und in der gewöhnlichen Weise weiter analysirt. Während der Ausführung derselben ereignete sich ein ungewöhnlicher Vorfall. Der Platintiegel, in welchem die Schmelze vorgenommen wurde, bekam ein Leck, was erst beim Auslaugen der Schmelze wahrgenommen wurde. Der Bruch war aber solcher Art, dass die Wasserbestimmung nicht verloren war und der mechanische Verlust nur ein sehr geringer sein konnte, der sich wahrscheinlich gleichmässig auf alle zurückgebliebenen Bestandtheile vertheilt. Der durch diesen Zufall herbeigeführte Verlust beträgt etwa 2 %. Die Ana-

---

*) Pogg. Ann. Erg.-Bd. 5, Taf. VI, Figg. 1 und 7 und Taf. VII, Fig. 10; auch bei Dana »System«, 6. Aufl., 538.

lyse, welche im Uebrigen mit mehr als gewöhnlicher Sorgfalt durchgeführt wurde, ist unten unter a. in ihrer ursprünglichen Form gegeben, unter b. nach Vertheilung von 2,28 % Verlust auf alle Bestandtheile mit Ausnahme des Wassers.

Das Material zur zweiten Analyse bestand aus kastanienbraunen Krystallen, begleitet von Forsterit, Biotit, Vesuvian und etwas Calcit. Seine Identität mit Klinohumit zeigen die folgenden Messungen.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $c : -e_1 = (001):(\bar{1}07)$ | $= 36^\circ 45'$ | $36^\circ 48\frac{1}{2}'$ |
| $c : e_5 = (001):(109)$ | = 30 0 | 30 12 |
| $c : e_2 = (001):(105)$ | = 46 19 | 46 20 |
| $c : e_3 = (001):(103)$ | = 60 12 | 60 12 |
| $c : e_4 = (001):(101)$ | = 79 9 | $79\ 11\frac{1}{2}$ |
| $c : i_1 = (001):(016)$ | = 43 19 | $43\ 19\frac{1}{2}$ |
| $c : i_2 = (001):(014)$ | = 54 40 | 54 45 |
| $c : r_3 = (001):(\bar{1}.2.11)$ | = 48 28 | 48 35 |
| $c : r_5 = (001):(\bar{1}27)$ | = 60 41 | 60 42 |
| $c : -n_2 = (001):(\bar{1}15)$ | = 57 2 | $57\ 2\frac{1}{2}$ |
| $c : -n_4 = (001):(\bar{1}11)$ | = 82 49 | 82 37 |

Das mit der Hand ausgesuchte Analysenmaterial ergab in schwerer Lösung ein spec. Gew. von 3,219 bis 3,258. Die Analysen ergaben:

Erste Analyse.

| | a. | b. | Verhältniss: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 37,15 | 38,03 | 0,634 | | 4,02 |
| $MgO$ | 52,71 | 54,00 | 1,350 | 1,417 | 9,00 |
| $FeO$ | 4,72 | 4,83 | 0,067 | | |
| $Fl$ | 2,01 | 2,06 | 0,108 | 0,323 | 2,05 |
| $H_2O$ | 1,94 | 1,94 — 9 = | 0,215 | | |
| | 98,56 | 100,86 | | | |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 0,84 | 0,86 | | | |
| | 97,72 | 100,00 | | | |

Zweite Analyse.

| | | Verhältniss: | | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 37,78 | 0,629 | | 4,03 |
| $MgO$ | 53,05 | 1,326 | 1,404 | 9,00 |
| $FeO$ | 5,64 | 0,078 | | |
| $Fl$ | 3,58 | 0,188 | 0,336 | 2.15 |
| $H_2O$ | 1,33 — 9 = | 0,148 | | |
| | 101,38 | | | |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 1,50 | | | |
| | 99,88 | | | |

Beide Analysen führen auf ein Verhältniss $SiO_2 : RO : (Fl + OH)$, das ziemlich genau 4 : 9 : 2 ist, entsprechend der Formel $Mg_7[Mg(Fl.OH)]_2[SiO_4]_4$. In der ersten Analyse verhält sich $Fl : OH$ wie 1 : 2, in der zweiten wie 1 : 1. Zieht man das $FeO$ zur Magnesia, so erhalten die Analysen folgende Gestalt, denen die berechneten Werthe unter Zugrundelegung des Verhältnisses $Fl : OH = 1 : 2$ und 1 : 1 beigesetzt sind.

| | 1. Analyse: | Ber. mit $Fl : OH = 1 : 2$ | 2. Analyse: | Ber. mit $Fl : OH = 1 : 1$ |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 38,87 | 38,75 | 38,81 | 38,77 |
| $MgO$ | 57,94 | 58,12 | 57,64 | 58,16 |
| $Fl$ | 2,10 | 2,05 | 3,68 | 3,07 |
| $H_2O$ | 1,98 | 1,94 | 1,37 | 1,29 |
| | 100,89 | 100,86 | 101,50 | 101,29 |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 0,89 | 0,86 | 1,50 | 1,29 |

Die Uebereinstimmung der gefundenen Zahlen mit den berechneten ist sehr zufriedenstellend.

### Frühere Analysen des Klinohumit.

Die folgenden Analysen, alle auf Material von der Somma bezüglich, können zum Vergleiche herangezogen werden.

I. Rammelsberg, gelblichweisse weisse Krystalle. Mittel von drei Analysen.

II. Rammelsberg, eine der obigen Analysen, welche den höchsten $SiO_2$- und $MgO$-Gehalt zeigt.

III. G. vom Rath, orangegelbe Krystalle. Mittel von zwei Analysen.

IV. Wingard, grau- bis gelbbraune Krystalle. Mittel von zwei Analysen.

| | I. | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 36,67 | 37,23 | 36,75 | 33,30 |
| $MgO$ | 56,83 | 57,78 | 54,88 | 51,53 |
| $FeO$ | 1,67 | 1,57 | 5,48 | 9,71 |
| | — | — | $Al_2O_3$ 0,24 | $Fe_2O_3$ 0,89 |
| $Fl$ | 2,62 | 2,33 | 2,30 | 5,67 |
| $H_2O$ | — | — | — | 1,41 |
| | 97,79 | 98,91 | 99,65 | 102,51 |
| $O$ äquiv. $Fl$ = | 1,10 | 0,98 | 0,97 | 2,38 |
| | 96,69 | 97,93 | 98,68 | 100,13 |
| Berechnet $H_2O$ | *1,64* | *1,83* | *1,81* | *1,03* |
| | 98,33 | 99,76 | 100,49 | 101,16 |

In den ersten drei Analysen bedeutet das berechnete Wasser diejenige Quantität, welche nöthig ist, um das Verhältniss $RO : (Fl + OH) = 9 : 2$ zu erreichen und durch deren Addition die Resultate näher an 100 gebracht werden als zuvor.

Die Verhältnisse werden alsdann folgende:

| | $SiO_2$ : $RO$ | |
|---|---|---|
| I. | 0,611 : 1,444 | = 3,80 : 9 |
| II. | 0,621 : 1,466 | = 3,81 : 9 |
| III. | 0,613 : 1,448 | = 3,81 : 9 |

Dies ist angenähert 4 : 9, auch hierdurch wird unsere Formel in befriedigender Weise gestützt.

Das Resultat Wingard's in Analyse VI. weicht von dem aller anderen ab. Es ist keinerlei Beweis erbracht, dass das Material, welches er analysirt hat, auch wirklich Klinohumit war, ausgenommen die Angabe, dass er das Material von Prof. Scacchi erhalten hat, aber nichtsdestoweniger muss eine Verwechselung vorliegen, da seine Analyse das Verhältniss $SiO_2$ : $RO$ = 1,95 : 5, das ist sehr nahe 2 : 5, also jene des Chondrodits liefert. Fluor und Wasser sind niedrig, wie in seinen übrigen Chondroditanalysen und das von uns hinzugefügte berechnete Wasser ist jene Quantität, um das Verhältniss $SiO_2 : RO : (Fl + OH) = 2 : 5 : 2$ herbeizuführen.

**Folgerungen.** Auf den vorhergehenden Seiten haben wir dargethan, dass die Mineralien der Humitgruppe in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht mit einander identisch sind, und dass diese letztere ausgedrückt werden kann durch folgende Formeln, welche abgeleitet sind aus zwei, drei und vier Molekülen Orthokieselsäure, in welchen zwei Hydroxylgruppen ersetzt werden durch das einwerthige Radical $[Mg[(Fl.OH)]$, die übrigen durch Magnesium:

| | |
|---|---|
| Chondrodit | $Mg_3[Mg(Fl.OH)]_2[SiO_4]_2$ |
| Humit | $Mg_5[Mg(Fl.OH)]_2[SiO_4]_3$ |
| Klinohumit | $Mg_7[Mg(Fl.OH)]_2[SiO_4]_4$. |

Diese bilden eine chemische Reihe, deren Glieder vom Chondrodit zum Klinohumit um je ein Molekül $Mg_2SiO_4$ zunehmen. Diese Variation in der Zusammensetzung steht in innigem Zusammenhange mit der Krystallisation. Wie bereits auf S. 79 erwähnt, bilden die drei Mineralien eine krystallographische Reihe, in welcher die Verticalaxe zunimmt vom Chondrodit zum Klinohumit, es wurde ferner gezeigt, dass, wenn man die Werthe der Hauptaxen durch 5, 7 und 9 resp. theilt, man praktisch dieselben Quotienten erhält. Es ist nun gewiss sehr interessant und bemerkenswerth, dass diese Divisoren 5, 7 und 9 correspondiren mit der Zahl der Magnesiumatome in den von uns abgeleiteten Formeln. Groth*) hat nun gezeigt, dass in gewissen organischen Verbindungen die Substitution eines Wasserstoffatoms durch ein anderes Atom oder Radical nur eine Veränderung einer Axe hervorbringt, während die beiden anderen und die Symmetrie wesentlich nicht

*) Monatsber. Berlin. Akadem. 1870, 247.

betroffen werden. Eine solche Reihe nennt er »Morphotropische Reihe«. In der Humitgruppe nun haben wir eine Art morphotropischer Reihe, wenn auch nicht völlig analog mit jener von Groth, da in dem vorliegenden Falle die Veränderung hervorgebracht wird durch Addition eines Moleküls $Mg_2SiO_4$ und nicht durch Substitution eines Radicals. Diese Addition eines Moleküls $Mg_2SiO_4$ verursacht eine Zunahme der Verticalaxe um ungefähr 1,2575 oder $\frac{1}{9}$ der Verticalaxe des Klinohumit, während die beiden anderen Axen und der Neigungswinkel $\beta$ dieselben bleiben. Die Symmetrie wird indessen geändert, so dass das erste und letzte Glied der Reihe monoklin sind. Es ist uns aus der gesammten chemischen Krystallographie keine Reihe von Verbindungen bekannt, welche mit der Humitgruppe verglichen werden könnte. Es ist anzunehmen, dass noch andere Glieder dieser Reihe gefunden werden können. So ist $Mg[Mg(Fl.OH)]_2SiO_4$ ein mögliches und sehr wahrscheinlich noch zu findendes Glied der Reihe. Dieses würde entweder rhombisch oder monoklin mit $\beta = 90^0$ krystallisiren und würde das Axenverhältniss $a:b:c = 1,086:1:1,887$ haben. Das dem Klinohumit am nächsten stehende Glied würde $Mg_9[Mg(Fl.OH)]_2[SiO_4]_5$ sein, welches indessen, wegen seiner complicirten Zusammensetzung, weniger Wahrscheinlichkeit hat vorzukommen. Chrysolith $Mg_2SiO_4$ ist ebenfalls in naher Beziehung zu den Gliedern dieser Gruppe und es sind auch, wie vom Rath*) darlegte, einige seiner Formen beinahe identisch mit jenen des Humits. Diese Beziehung ist ersichtlich aus S. 79, wo $b:2a:c$**) des Chrysolith gleich ist $a:b:\frac{1}{9}c$ des Klinohumit. Da der Chrysolith kein Fluor und Hydroxyl enthält, weicht er in seinem chemischen Typus wesentlich ab von den Gliedern der Humitgruppe, und demzufolge ist auch sein Krystallhabitus ein anderer und die meisten seiner gewöhnlichsten Flächen entsprechen keinen Formen am Humit. Von den drei die Humitgruppe bildenden Gliedern hat der Chondrodit die einfachste Zusammensetzung und ist der häufigste, Klinohumit dagegen, als am complicirtesten zusammengesetzt, ist am seltensten, während der Humit eine intermediäre Stellung einnimmt. Am Monte Somma findet sich der Chondrodit, als der basischste, gewöhnlich mit Kalk, während Klinohumit, als der sauerste, gewöhnlich mit dem Silicat Forsterit auftritt.

Von den von anderen Forschern vorgeschlagenen Formeln ist die von Rammelsberg und von vom Rath angenommene $Mg_5Si_2O_9$ ähnlich derjenigen, welche wir für Chondrodit abgeleitet haben. Sie nehmen an, dass Sauerstoff theilweise durch Fluor ersetzt sei, während wir gezeigt haben, dass ein Atom Sauerstoff durch Fluor und Hydroxyl ersetzt ist. Die Formel Wingard's $Mg_{13}(MgFl)_4.[Mg.(OH)]_2[SiO_4]_3$ oder $Mg_{19}(Fl.OH)_6(SiO_4)_8$ ist

---

*) Pogg. Annal. 1871, Erg.-Bd. 5, 412.

**) Dort als $a:b:c$ angenommen.

nicht sehr verschieden von unserer Humitformel, sie ist nämlich gleich dreimal der letzteren $Mg_{21}(Fl.OH)_6(SiO_4)_9$ weniger $Mg_2SiO_4$. Wingard leitet seine Formel ab aus seiner nachstehend gegebenen Analyse des Humits, welche, wie die beistehenden Chondroditanalysen nur insofern von ihrer ursprünglichen Form abweicht, als das $FeO$ auf $MgO$ umgerechnet wurde. Seine Humitanalyse stimmt natürlich sehr gut mit seiner Theorie, aber sie stimmt auch ebensogut mit der unseren, während seine Chondroditanalyse nur sehr leidlich mit seiner Theorie stimmt.

| | Berechnet nach unserer Formel f. Humit mit $Fl:OH = 2:1$ | Berechnet auf Wingard's Formel mit $Fl:OH = 2:1$ | Humit. Anal. IV, S. 94 | Chondrodit. Anal. III, S. 88 | Chondrodit. Anal. IV, S. 88 |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 37,45 | 36,87 | 36,63 | 34,21 | 35,01 |
| $MgO$ | 58,25 | 58,38 | 58,62 | 61,33 | 60,29 |
| $Fl$ | 5,27 | 5,84 | 5,77 | 5,29 | 5,81 |
| $H_2O$ | 1,25 | 1,37 | 1,41 | 1,40 | 1,36 |
| | 102,22 | 102,46 | 102,43 | 102,23 | 102,47 |
| $O$ äquival. $Fl$ = | 2,22 | 2,46 | 2,43 | 2,23 | 2,47 |

Unsere Formeln für die verschiedenen Glieder dieser Reihe stimmen nicht in irgend einer einfachen Weise mit den von Sjögren vorgeschlagenen überein, und dennoch sind seine Formeln für die beiden höheren Glieder identisch mit den unseren für Chondrodit resp. Humit wie aus Folgendem ersichtlich:

| | Autor: | Sjögren: |
|---|---|---|
| Chondrodit | $Mg_3[Mg(F.OH)]_2[SiO_4]_2$ | $Mg_4[Mg(F.OH)]_4[SiO_4]_3$ |
| Humit | $Mg_5[Mg(F.OH)]_2[SiO_4]_3$ | $Mg_3[Mg(F.OH)]_2[SiO_4]_2$ |
| Klinohumit | $Mg_7[Mg(F.OH)]_2[SiO_4]_4$ | $Mg_5[Mg(F.OH)]_2[SiO_4]_3$. |

Sjögren hat richtig angenommen, dass Hydroxyl als isomorpher Vertreter des Fluors in dem Mineral enthalten ist, aber seine Bemühungen, die richtige Formel aufzustellen, schlugen fehl, weil er direct die berechneten Kieselsäuremengen aus seiner Formel verglich mit den thatsächlichen der älteren Analysen, welche etwas zu niedrig sind; und weil er ferner ausser Acht liess, dass die Magnesia theilweise durch Eisenoxydul ersetzt ist, welches infolge seines grösseren Molekulargewichtes den Procentgehalt der Kieselsäure noch mehr herabdrückt. So geschah es, dass die wirklichen Bestimmungen der Kieselsäure in den älteren Analysen des Humit und Klinohumit, ohne eine Correctur für Eisenoxydul anzubringen, sehr gut mit den von ihm vorgeschlagenen Formeln übereinstimmen. Für den Chondrodit, das basischste Glied der Reihe, adoptirt Sjögren eine Formel, welche die $OH$-Gruppe viermal enthält. Ist darin $Fl:OH = 1:1$, so würde die berechnete Kieselsäure, 33,33 %, sehr gut stimmen mit dem Mittel aus

den älteren Analysen, welches etwa 33,5 ist, dasselbe würde aber 35,0 betragen, wenn das *FeO* auf *MgO* umgerechnet und die Analyse wieder auf 100 gebracht wird. Ebenso sind die berechneten Mengen *Fl* (7,04) und $H_2O$ (3,33) zusammengenommen, weit im Ueberschuss gegenüber jeder Beobachtung am Chondrodit. Unsere Formel erfordert das Verhältniss *RO* : (*Fl* + *OH*) = 5 : 2; während Sjögren's 5 : 2,5 ist.

Dass das Fluor isomorph mit Hydroxyl ist, oder doch dieselbe Stelle im Molekül einnimmt, scheint uns so wohl begründet, dass es keiner weiteren Bemerkungen bedarf. Die Resultate unserer Analysen zeigen klar, dass in den Mineralien der vorliegenden Gruppe dieser Isomorphismus vorhanden ist, und dass ohne diese Annahme eine befriedigende Erklärung ihrer Zusammensetzung nicht zu geben ist. Die Annahme, dass das Fluor den Sauerstoff ersetzen kann, welche früher so häufig angezogen wurde, ist zwar ähnlich der unseren, dass *Fl* und *OH* einander isomorph vertreten, aber die letztere scheint die wahrscheinlichere zu sein, insofern als *Fl* und *OH* einwerthig und die Atomgewichte 19 und 17 ziemlich gleich sind.

Die von uns vorgeschlagenen Formeln sind einfach und verständlich; sie sind nicht nur in sehr befriedigender Weise mit den Resultaten unserer Analysen übereinstimmend, sondern auch mit denen anderer, sie bilden eine ungemein interessante chemische Reihe, welche in bemerkenswerther Weise Beziehungen mit der Krystallisation dieser Mineralien erkennen lässt.

Mineralog.-petrographisches Laboratorium Sheffield Scient. School,
December 1893.

# V. Das Grundgesetz der Krystallographie.

Von

**E. von Fedorow** in St. Petersburg.

(Mit 1 Textfigur.)

---

Das Grundgesetz der geometrischen Krystallographie war bis auf die letzte Zeit als das Gesetz der rationalen Indices bekannt; in dieser Form hat es längst das Gebiet der activen Wissenschaft verlassen und ist in das der elementarsten Lehrbücher übergegangen. Aus solchen erfahren wir über den Grad der Zuverlässigkeit dieses Gesetzes, dass die nicht ganz unbestreitbare Form desselben, in welcher es zuerst durch den berühmten Haüy angekündigt worden war, mit der Zeit durch eine Form ersetzt wurde, welche keinen Zweifel mehr erregt. In der wissenschaftlichen Literatur der früheren Zeit treffen wir ebenso wenig Zweifel darüber.

Wenn wir aber von den elementaren Lehrbüchern zu umfassenden Handbüchern und zu speciellen wissenschaftlichen Abhandlungen übergehen, so werden wir sogleich sehen, dass die allbekannte Form nicht nur keine einzige ist, sondern nicht einmal die beste. Mit der Zeit entstanden immer neue und neue Ausdrücke desselben Gesetzes, von denen manche scheinbar nichts Gemeinsames hatten, so dass man von verschiedenen Gesetzen sprach.

Wenn ich mir jetzt dieses so viel behandelte Thema in einer speciellen Fachzeitschrift noch einmal zu discutiren gestatte, so glaube ich mit Vorstehendem schon angedeutet zu haben, dass trotz alledem der Gegenstand noch nicht abgeschlossen sei und dass noch manche Seite dieses das Gebiet der geometrischen Krystallographie umfassenden Gesetzes zu studiren übrig bleibt.

Der älteste, von Haüy angegebene Ausdruck des Gesetzes war besonders durch die sehr elegante theoretische Vorstellung von den molécules soustractives und ihrer gegenseitigen Lagerung, sowie von den verschiedenen Decrescenzarten, leicht und fasslich geworden und erwarb sehr bald

dem Gesetze eine fast allgemeine Anerkennung. Nun möge aber besonders das nahe Verhältniss dieser Vorstellung mit dem grundlegenden Begriffe der parallelen Anordnung der Krystallmolekel betont werden. Nach Haüy finden wir diese beiden Factoren getrennt, und dabei fiel die Hauptrolle dem Gesetze der rationalen Indices zu.

Chr. Weiss, dem die Wissenschaft besonders die Einführung der krystallographischen Axen verdankt, gab damit auch das schöne Mittel, dem Gesetze eine mathematisch einfachere und strengere, wenn auch weniger übersichtliche, Form zu verleihen.

Fragen wir jetzt, inwiefern die von Haüy und Weiss eingeführte Formulirung des Gesetzes als eine erfahrungsgemäss unwiderlegliche und zweifellos aufgestellte sei, so werden wir uns der Meinung Liebisch's anschliessen müssen, nach welcher*):

»Die Indices der Flächen und Kanten eines Krystalles müssen aus Messungen der Winkel desselben berechnet werden. Wegen der mannigfachen, zum Theil regellosen und unveränderlichen Fehler, mit denen diese Messungen behaftet sind, wie Ausbildungsfehler der Krystalle, Unvollkommenheiten der Messungsinstrumente und der Sinne der Beobachter, ergeben die Rechnungen in den meisten Fällen zunächst irrationale Zahlen für die Indices. Da jedoch nur die Verhältnisse dieser Grössen in Betracht kommen, so wird man stets ganze Zahlen finden können, welche den irrationalen Werthen so nahe kommen, als man nur will. *Die Willkür*, welche demnach in der Ermittelung der wahren Werthe der Indices zu herrschen scheint, wird indessen dadurch wesentlich eingeschränkt, dass, wie schon der Entdecker des Gesetzes der rationalen Indices, R. J. Haüy, bemerkt hat, in der überwiegenden Mehrzahl der beobachteten Fälle die Indices nur den ersten Zahlen der natürlichen Zahlenreihe angehören. Das in Rede stehende Gesetz muss also erfahrungsmässig: Gesetz der einfachen rationalen Indices genannt werden.«

Zieht man also in Betracht, dass man nicht sehr selten auch complicirtere Indices trifft, so kommt man von selbst zu dem Schlusse, dass das Gesetz als ein Erfahrungsgesetz, nicht als unanfechtbar angesehen werden kann, und in der That hat es auch nicht an Zweifeln an demselben gefehlt.

Bei solcher Sachlage sind aber nur zwei Voraussetzungen möglich: entweder 1) das Gesetz kann noch nicht als ganz zuverlässiges betrachtet, also nicht in die Reihe der allgemeinsten Naturgesetze gestellt werden, oder 2) es erhielt noch nicht die eigentliche, ihm dem Wesen nach angehörende Form, welche es als ein allgemeines Naturgesetz ausser Zweifel stellt. Soll das letzte der Fall sein, so sind noch andere Ausdrücke für

*) Geometrische Krystallographie, S. 27.

dasselbe Gesetz aufzusuchen und diejenigen zu finden, in welchen es in vollkommener Unangreifbarkeit dasteht.

Jetzt wende ich mich einem anderen Gesetze zu, welches durch J. Bernhardi*) und Chr. Weiss aufgestellt wurde und unter dem Namen des »Gesetzes der Zonen« allgemein bekannt ist. Nach diesem Gesetze ist möglich eine jede Zone, in welcher zwei mögliche Krystallflächen vorhanden sind, und jede zweien möglichen Zonen gemeinschaftliche Fläche ist wieder eine mögliche Fläche des Krystallflächencomplexes.

Dem Anscheine nach hat dieses Gesetz mit dem Haüy'schen Gesetze nichts Gemeinsames und scheint von ihm unabhängig und gleichberechtigt zu sein. Wie das erste Gesetz uns den Schlüssel zu den analytischen Berechnungen giebt, so giebt das zweite die Mittel in die Hand, graphische Berechnungen einfach auszuführen.

Denken wir uns nun alle Folgerungen aus diesem Gesetze bis zur letzten ausgeführt, indem wir irgend welche vier Pole auf eine Sphäre (welche nicht zu je dreien einem Grosskreise angehören) als Pole von vier möglichen Flächen nehmen, dann durch je zwei Pole immer neue und neue Grosskreise ziehen und jeden Schnittpunkt zweier Grosskreise als Pol einer neuen möglichen Fläche nehmen, so erhalten wir einen Krystallflächencomplex, welcher sämmtliche mögliche Flächen umfasst. Für solche Complexe gilt aber auch das Haüy'sche Gesetz, und nun entsteht die Frage, ob die aus beiden Gesetzen erhaltenen Complexe identisch oder nicht identisch seien? Ist das letzte der Fall, so können die beiden Gesetze nicht zugleich richtig sein, und dann entsteht die fernere Frage, welchem von beiden der grössere Grad der Zuverlässigkeit zukommt?

Aus dem oben Gesagten (vergl. besonders die angeführten Worte Liebisch's) scheint mir unzweifelhaft hervorzugehen, dass gerade das Gesetz der rationalen Indices keineswegs durch directe Erfahrung unwiderleglich bestätigt worden ist: in jedem Falle, in welchem man als Indices nicht die einfachsten ganzen Zahlen erhält, steht es uns frei, dieses Gesetz in Zweifel zu stellen. Mit dem Gesetze der Zonen steht die Sache anders. Für das letztere verliert die Einfachheit der Symbole ihre specielle Bedeutung; man weiss, dass sehr oft selbst die Flächen mit complicirtesten Symbolen sich rationalen, gut bestimmten Zonen angehörig erweisen; die zu beobachtenden Abweichungen von der tautozonalen Lage lassen sich aber sowohl in dem einen, als im entgegengesetzten Sinne bemerken.

Glücklicherweise haben wir es hier aber nicht mit einer Collision zweier widersprechender, sondern mit zwei zusammenhängenden und eines von dem anderen abzuleitenden Begriffen zu thun. Das Verdienst, dieses

---

*) Leider konnte ich mir nicht die Kenntniss aus der ersten Quelle verschaffen und verlasse mich auf die Autorität von Herrn Liebisch (Geom. Kryst. S. 28).

Verhältniss zuerst in vollem Grade klar gemacht zu haben, gebührt dem deutschen Geometer Moebius, der sich durch seine klassischen Untersuchungen über Affinität, Collineation, Configurationen und überhaupt durch seine bahnbrechenden Arbeiten im Gebiete der neueren Geometrie berühmt gemacht hat. Besonders wichtig sind für uns der durch Denselben eingeführte und entwickelte Begriff des Doppelverhältnisses und die darauf basirte Lehre von den geometrischen Netzen in der Ebene und im Raume, für welche er die Erhaltung der Rationalität der Doppelverhältnisse streng bewiesen hat*).

Die weitere, durch Miller ausgeführte analytische Bearbeitung der Krystallographie hat uns in den Stand gesetzt, den Zusammenhang der beiden Gesetze in einfacherer Weise darzulegen. Mit Benutzung der mit seinem Namen belegten Symbole der Flächen und der Zonen finden wir, dass diese Symbole stets aus rationalen Indiceszahlen zusammengesetzt sind, dass nichts leichter ist, als aus den Symbolen zweier möglicher Flächen zu dem der Zone beider Flächen überzugehen, und umgekehrt aus den Symbolen zweier möglicher Zonen zu dem der beiden gemeinsamen Fläche. Wie aber die beiden Symbole durch rationale (genauer zu sagen ganze) Zahlen ausgedrückt werden, so erhalten wir auch für alle neuen Flächen rationale Symbole, was dem Haüy'schen Gesetze zufolge bedeutet, dass diese neuen Flächen immer demselben Flächencomplexe angehören. Somit wird evident, dass die beiden Gesetze zu ganz identischen Resultaten führen, folglich beide wesentlich dasselbe ausdrücken und als ein einziges betrachtet werden können.

In der weiteren historischen Entwickelung finden wir aber dieses Gesetz fast ausschliesslich in seiner ersten Form weiter entwickelt, indem es nämlich als Gesetz der rationalen Doppelverhältnisse verschiedener trigonometrischer Functionen interpretirt wird und nur theilweise andere Interpretationen erhält. Zuerst wurde eine solche von Gauss, diesem princeps mathematicorum, ausgeführt. Seine betreffenden Ausführungen gelangten aber erst nach seinem Tode an die Oeffentlichkeit und zwar mit der Publication des Nachlasses, mit welchem uns zuerst Herr Liebisch bekannt machte**). Der Vorzug dieser neuen Formen desselben Gesetzes besteht darin, dass sie besser den directen Beobachtungsdaten entsprechen, weil nur durch die trigonometrische Function wir den Uebergang zu den Axeneinheiten ausführen können. Jedenfalls handelt es sich offenbar hier nur um neue Ausdrücke desselben Gesetzes, und Niemandem konnte der

---

*) S. dessen Barycentrischer Calcül, besonders das sechste Capitel des zweiten Abschnittes, welches die Lehre von den geometrischen Netzen behandelt. Die krystallographische Bedeutung seiner Untersuchung hat übrigens Moebius erst später bemerkt.

**) Zur analytisch-geometrischen Behandlung der Krystallographie. Diese Zeitschr. 1878, 3, 28—30.

Gedanke kommen, dass wir es hier etwa mit einem neuen Gesetze zu thun haben.

Später wurden noch weitere neue Ausdrücke angegeben: zwölf solcher fanden in einer Arbeit des Verfs. (anfangs 1886) Platz*).

Es fehlte auch nicht an Fehlversuchen, demselben Gesetze einfachere analytische Form zu geben, als es ihm eigentlich gebührt. Abgesehen von der Vorstellung des steten Vorhandenseins dreier rechtwinkliger krystallographischer Axen, versuchte man als Grundgesetz dasjenige der Rationalität des Tangentenverhältnisses der Flächen einer und derselben Zone aufzustellen; auch glaubte man, in den Axenlängen den Quadratwurzeln ganzer Zahlen proportionale Grössen sehen zu dürfen. Die Unzulänglichkeit aller dieser Versuche wurde aber durch specielle Untersuchungen klar gelegt**).

Es wurde ausserdem gezeigt, dass diese speciellen Relationen unter speciellen Bedingungen statthaben. So ist z. B. das Tangentenverhältniss nur in dem Falle der orthogonalen (d. h. ein Paar rechtwinkliger möglicher Flächen enthaltenden) Zonen rational; im Falle der isotropen (d. h. zwei Paar einander rechtwinkliger möglicher Flächen in sich schliessenden) Zonen sind die Quadrate der Tangenten rational***) u. s. f.

Zieht man in Betracht, dass alle Krystallographen und Mineralogen mit den rationalen Symbolen wie mit Buchstaben ihrer Wissenschaft unaufhörlich operirten, und jeder solcher Buchstabe immer mehr und mehr den Gedanken der Unanfechtbarkeit des Grundgesetzes der rationalen Indices befestigte, so wird klar, warum gerade in dieser Beziehung das Gesetz am höchsten geschätzt wird. So geschah es, dass es unnöthig schien, die Richtigkeit desselben aus einem anderen Principe zu bestätigen, sondern im Gegentheil alle auf Grund dieses Gesetzes ausgeführten mathematischen Deductionen von vorn herein ohne Bedenken angenommen wurden.

In der historischen Entwickelung der Krystallographie wurde aber dieses Gesetz selbst abgeleitet und zwar von Denjenigen, welche die schon von Haüy zur Geltung gebrachte, von Anderen aber verlassene Vorstellung der parallelen Lagerung der Krystalltheilchen weiter entwickelten. Am glänzendsten wurde die Sache seitens Bravais' und dann seitens Sohncke's entwickelt. Schon von dem Ersten wurde streng bewiesen,

---

*) Zweite analytisch-krystallographische Studie, Capitel IV. Ref. diese Zeitschr. 21, 701. Manche davon wurden seitens des Herrn Hecht (N. Jahrb. f. Min. 1888, I, 79) und Anderer wiederholt.

**) Am besten scheint mir diese Frage in einer verdienstvollen Abhandlung von Th. Liebisch (Ueber den Zusammenhang der geometrischen Gesetze der Krystallographie) in Zeitschr. d. deutsch. geolog. Ges. 1877, 29, 515 ff. dargelegt.

***) Th. Liebisch, l. c. 529, 530. Auch »Zwei krystallographische Notizen« des Verfs. (II. Orthogonale und isotrope Zonen) 1888.

dass das Gesetz der rationalen Indices nur die Folge der parallelen Lagerung sei*). Der Zweite hat dieser Frage eine specielle Abhandlung gewidmet**). Die Sache ist so ausserordentlich einfach, dass sie gegenwärtig schon in den elementarsten Lehrbüchern Eingang gefunden hat.

Wir treffen somit wieder ein Gesetz, welches mit dem Grundgesetze der geometrischen Krystallographie in engem Verhältnisse steht. Dies ist das Gesetz der Parallelität der gleichen Krystalltheilchen, welches gewöhnlich als sehr allgemeines Gesetz der gleichen physikalischen Eigenschaften in gleichen Richtungen auch als Grundgesetz der physikalischen Krystallographie angesehen wird. Wenn auch gewöhnlich das letztere in etwas davon verschiedenen Worten formulirt wird, so bleibt doch der Sinn derselbe. Wenn man sagt, dass nach den geometrisch gleichartigen Richtungen eines Krystalles auch seine physikalischen Eigenschaften übereinstimmen***), so wird dabei schon vorausgesetzt, dass in gleichen, also in parallelen Richtungen die Eigenschaften dieselben bleiben. Versteht man also unter einer Krystallfläche eine Ebene, welche von den Krystallmolekeln (von der Natur dieser Molekel sieht man natürlich ab) gleichförmig besetzt ist†), so ist auch jede andere ihr parallele Ebene mit der ersten identisch, also identisch besetzt und zugleich identisch orientirt, weil immer die parallelen Richtungen auch in sämmtlichen anderen Flächen durch identische Eigenschaften charakterisirt sind. Es genügt also die Existenz von dreierlei Krystallflächen, um mit vollem Rechte die raumgitterartige Lagerung der Krystalltheilchen zu behaupten.

Nun aber entsteht wieder die Frage: kann zwischen beiden Grundgesetzen (d. h. dem der geometrischen und dem der physikalischen Krystallographie) irgend ein Widerspruch aufgefunden werden, dessen Vorhandensein zum Beweise dient, dass mindestens eines der beiden nicht

---

*) Études cristallographiques. Du cristal considéré comme un simple assemblage de points.

**) Annalen der Physik und Chemie 1882, **16**, 489 ff.

***) Groth's physikalische Krystallographie, S. 3. Liebisch, Physik. Kryst., S. 2—3. E. Soret, Élém. de cristallogr. phys., p. 201 u. f.

†) Ich habe nur bei Herrn Schoenflies die Aeusserung gefunden, dass dies nur eine Hypothese ist. Er sagt nämlich (Krystallsystem u. Krystallstructur S. 638): »Um dieses Gesetz aus der Theorie abzuleiten, bedarf es, wie wir in § 1 erwähnten, noch einer Hypothese darüber, welche innerhalb der regulären Molekelhaufen verlaufenden Ebenen die Richtung von Grenzflächen haben sollen. Hierüber ist, wie bereits S. 615 erwähnt wurde, eine Hypothese zuerst (? nicht vielmehr von sämmtlichen Structurtheoretikern von Hooke an?) von Bravais ausgesprochen worden. Seine Annahme, welche augenscheinlich die am nächsten liegende (also nicht nothwendige!) ist, lautet, dass jede Netzebene des dem Molekelhaufen zugehörigen Raumgitters die Richtung einer möglichen Krystallfläche darstellen kann.« Nun möchte ich fragen, wie sollen dann die Molekeln anders als in den Grenzflächen selbst liegen?

unbestreitbar richtig ist, und welches von ihnen kann als zuverlässigeres gelten?

Diese Frage scheint mir zweifellos zu Gunsten des letzteren Gesetzes beantwortet werden zu müssen. Die allgemeine Erfahrung, auf welcher dasselbe begründet ist, lässt ihrem Umfange nach keinen Vergleich zu mit der sehr speciellen und beschränkten Erfahrung, welche die Basis des ersteren bildet (selbst wenn diese Erfahrung in vollem Einklange mit der Formel des Gesetzes wäre, was, wie wir oben gesehen haben, nicht genau der Fall ist). In dieser Hinsicht trägt das Gesetz der krystallinischen Homogenität (wie man dasselbe Grundgesetz der physikalischen Krystallographie auch nennen kann) alle Merkmale der allgemeinsten Naturgesetze an sich; und mit ihnen zusammen kann es auch als ein ideelles oder Grenzgesetz gedeutet werden. Für die Richtigkeit des Gesetzes brauchen wir nicht einen von glänzenden Flächen begrenzten Krystall, oder etwa gute Spaltungsflächen; für seine Richtigkeit spricht schon das geringste unregelmässige krystallinische Körnchen. Andererseits finden wir es aber gerade für solche geringste Krystallelemente erfahrungsmässig genau bestätigt; in den grösseren Krystallen erweist es sich in den allermeisten Fällen als nicht genau, und man sieht leicht ein, dass die Ungenauigkeit nicht in der Formel des Gesetzes selbst liegt, sondern in der Unregelmässigkeit der Krystallausbildung: es ist eben ein für Krystallelemente gültiges Gesetz. Wer mit der theoretischen Mechanik und mathematischen Physik einigermassen bekannt ist, weiss, dass man gerade auch hier mit unendlich kleinen Elementen operirt und dass die meisten auf die Eigenschaften der Körper sich beziehenden Gesetze am genauesten nur an den geringsten Theilen derselben sich verificiren lassen. Andererseits erweisen sich nicht nur manche physikalische, sondern auch so unbezweifelt dastehende Gesetze, wie diejenigen der theoretischen Mechanik und der Geometrie, als Grenzgesetze; z. B. kann sich das Gesetz der Trägheit, nach welchem eine reine Bewegung (ohne Kraftanwendung) geradlinig und ewig sein muss, mit Erhaltung der constanten Geschwindigkeit niemals in der Erfahrung verwirklichen, weil die dafür nöthigen Bedingungen nicht existiren können, während wir trotzdem über die Richtigkeit des Gesetzes urtheilen können, indem wir die Bewegung bei immer günstigeren und günstigeren Bedingungen beobachten. Ebenso erweist sich jeder auf geometrische Figuren sich beziehende Satz (beispielsweise der, dass die Summe der inneren Winkel eines Dreieckes gleich $2d$ ist) in Anwendung auf die beobachteten Dinge nur als ein Grenzsatz: man kann die immer mehr und mehr diesem Satze genügenden Objecte wählen, aber niemals ihn als genau richtig demonstriren.

Das letzte Gesetz giebt uns zugleich die Erklärung dafür, warum auch das Gesetz der rationalen Indices sich in der Beobachtung nicht vollständig richtig erweist: es würde richtig sein, wenn wir mit den Krystallelementen

operiren würden. Wie aber dies unmöglich ist, so finden wir es durch die Erfahrung nicht in vollem Grade bestätigt, und doch sind wir von dessen Richtigkeit überzeugt, weil es sich als eine Folge des ersteren erweist. Also auch hier haben wir keine Collision zwischen beiden Gesetzen, sondern vollständige Uebereinstimmung, welche darin ihren Grund hat, dass das eine eine Folgerung des anderen ist.

Nun ist weiter die Frage zu lösen, ob die beiden Gesetze äquivalent seien, oder das Grundgesetz der geometrischen Krystallographie nur einen Theil des anderen Gesetzes ausmacht. In letztem Falle muss auch der Rest ermittelt werden, welcher in dem letzten Gesetze bleibt, wenn man das erste davon abzieht.

Zur Lösung dieser Frage können wir uns der allgemeinen Methode bedienen, welche im Folgenden besteht: Sind die beiden Gesetze äquivalent, so lässt sich in beliebiger Ordnung eines von ihnen aus dem anderen ableiten. Sonst ist die Ableitung eine einseitige, d. h. bei der Umkehrung findet man nur einen Theil des anderen, und der Rest ergiebt sich dann von selbst.

Nun fragen wir, was wird durch das Gesetz der rationalen Indices behauptet? — Zuerst spricht es aus, dass, wenn eine mögliche Krystallfläche vorhanden ist, auch sehr viele andere ihr parallele Flächen möglich sind (weil das Verhältniss der Indices natürlich für sie dasselbe bleibt). Aber es bleibt noch fraglich, ob alle diese möglichen Flächen gleichberechtigt resp. physikalisch identisch seien. Aus demselben Gesetze ist ebenfalls zu folgern, dass nicht nur ein einziges Büschel solcher paralleler möglicher Flächen, sondern deren unendlich viele existiren und zwar alle diejenigen, welche auf den krystallographischen Axen rationale Theile abschneiden.

Ist aber eine Krystallgrenzfläche möglich, so bedeutet dies, dass in dieser Fläche unendlich viel Krystallmolekeln gelagert sind. In welcher Weise aber diese Lagerung stattgefunden hat, bleibt für die Richtigkeit des Gesetzes der rationalen Indices gleichgültig, nicht aber für das Grundgesetz der physikalischen Krystallographie. Es ist einleuchtend, dass, wenn ein Molekelraumgitter vorliegt, damit der Krystallflächencomplex vollständig bestimmt ist. Derselbe Complex aber bleibt bestehen, wenn wir beliebig viele vereinzelte oder auch Gruppen von Molekeln aus dem Raumgitter herausnehmen. Durch dieses Herausnehmen wird die Homogenität, nicht aber der geometrische Complex zerstört (bei diesem Herausnehmen wird aber natürlich vorausgesetzt, dass die bleibenden Molekel ihre frühere Lage genau behalten; andernfalls, wenn also die Molekeln selbst im Geringsten von ihrer Lage abweichen, würden die möglichen Krystallflächen nicht mehr eben bleiben, sondern eine Krümmung erhalten, und das geometrische Gesetz wäre aufgehoben).

Für die Richtigkeit des geometrischen Gesetzes ist ferner nicht nöthig

die Annahme der Parallelität der Molekeln. Die Molekeln sind beliebig orientirt zu denken; nur müssen sie ihre Lage unverändert behalten.

Man sieht aber, dass, wenn man die physikalischen Eigenschaften in Betracht zieht, man zu entgegengesetzten Schlussfolgerungen kommt. Nimmt man aus dem Raumgitter eine einzige Molekel heraus, so existirt die physikalische Homogenität nicht mehr . . . .

Wir kommen somit zu dem Schlusse, dass die Existenz des Grundgesetzes der physikalischen Krystallographie das Vorhandensein des ungestörten Raumgitters fordert. Ist dies nicht der Fall, so bestehen nicht mehr: 1) die physikalische Homogenität der Krystallsubstanz, 2) die innere Symmetrie derselben und 3) die Identität der physikalischen Eigenschaften in parallelen Richtungen. Alle diese Eigenschaften lassen sich also nicht aus dem Gesetze der rationalen Indices ableiten, sondern ausschliesslich aus dem Grundgesetze der physikalischen Krystallographie. Solche Eigenschaften (rein geometrischen Charakters) aber, wie die Möglichkeit einer Krystallkante oder Krystallfläche in dem gegebenen Krystallflächencomplexe, die verschiedenen auf die Zonen sich beziehenden Fragen und überhaupt alle Fragen über Syngonie, müssen durch das Grundgesetz der geometrischen Krystallographie allein endgültig gelöst werden.

Durch das eben genannte, von Herrn E. Soret glücklich gewählte Wort*) fasse ich alle von der Homogenität in engem Sinne unabhängigen Eigenschaften zusammen.

Wir haben somit unsere Aufgabe vollständig gelöst und sind zu dem Resultate gelangt, dass eigentlich ein einziges Grundgesetz der Krystallographie (der physikalischen ebenso wie der geometrischen) existirt und zwar das Gesetz der physikalischen Gleichwerthigkeit gleicher Richtungen. Das Grundgesetz der geometrischen Krystallographie (in der Form des Gesetzes der rationalen Indices oder einer anderen) ist in ihm als ein Theil desselben enthalten, und der Rest besteht in der Behauptung der krystallinischen Homogenität.

Wir wollen jetzt die gewonnenen theoretischen Resultate an einigen wichtigen Beispielen demonstriren. Als erstes wählen wir das sogenannte Gesetz der Symmetrie.

Wie bekannt wird durch dieses Gesetz behauptet, dass die Krystallsubstanz einer inneren Symmetrie fähig ist, aber nicht jede der aus der

---

*) Der entsprechende Begriff ist ein sehr alter und wurde genau und ausdrücklich von H. v. Lang durch Isoschematismus (in seinem Lehrbuche d. Krystallogr. 1866, S. 56) und von H. A. Brezina durch Autisogonie (Methodik der Krystallbestimmung, S. 272 ff.) benannt. Diese Namen haben sich aber nicht allgemeiner Annahme erfreut. Da aber ein solcher unbedingt nothwendig ist und die elegante Bezeichnung des Herrn Soret (Élém. de. crystallogr. phys. p. 70) die Sache am Einfachsten und Klarsten ausdrückt, so kann ich diese nur zum allgemeinen Gebrauche empfehlen.

Lehre von der Symmetrie vollständig abzuleitenden Symmetriearten in den natürlichen Krystallen vorkommen könne, sondern nur diejenigen, in welchen als Symmetrieelemente zwei-, drei-, vier- und sechszählige Symmetrieaxen oder Axen der zusammengesetzten Symmetrie und Symmetrieebenen auftreten. Daraus schon lassen sich leicht sämmtliche mögliche 32 Symmetriearten der Krystalle ableiten.

Wir haben oben gesehen, dass für die Lösung der hierher gehörigen Fragen die Annahme der krystallinischen Homogenität unbedingt nothwendig ist. Wie kommt es nun, dass z. B. Gadolin sämmtliche 32 Symmetriearten der Krystalle auf Grund des Gesetzes der rationalen Indices abgeleitet hat?

Nun lade ich den Leser ein, die Beweisführung Gadolin's zu verfolgen*), und er wird sich überzeugen, dass Derselbe immer Syngonie und nicht Symmetrie im Auge hat, und wenn er von der Möglichkeit der Symmetrieaxen (von ihm Deckaxen genannt), der Symmetrieebenen, der Parallelität der Flächen und der sphenoidalen Symmetrie spricht, so meint und beweist er nur, dass alle diese Symmetrieelemente nicht unmöglich sind, während alle anderen unmöglich sind. Er beweist aber keineswegs direct, dass diese Elemente wirklich möglich sind, d. h. sich wirklich in Krystallgestalten vorfinden**).

Wenn man aber von dem wahren Grundgesetze der Krystallographie (und nicht von dem der rationalen Indices) ausgeht, wie dies z. B. von Bravais gethan wurde und jetzt schon in Elementarlehrbüchern der Krystallographie der Fall ist, so wird die wirkliche Existenz verschiedener Symmetrieelemente augenscheinlich gemacht; wenn trotzdem derselbe Bravais nicht sämmtliche Symmetriearten abgeleitet hatte, so bestand der Mangel seiner Ableitung, wie jetzt wohl bekannt ist, 1) in der willkürlichen Aufstellung der Symmetrieelemente und 2) in der unvollständigen Definition des regelmässigen Punktsystems.

Als zweites und letztes Beispiel wähle ich den in der letzten Zeit nur zu viel behandelten Satz, nach welchem eine Symmetrieaxe immer eine mögliche Krystallkante ist.

Aus dem wahren Grundgesetze der Krystallographie lässt sich dieser Satz sehr leicht beweisen, und dies geschah schon mehrmals von verschie-

*) Acta societatis scientiarum Fennicae. Helsingf. 1871, 9, 1—71.

**) Etwas Analoges kann ich aus dem Gebiete der reinen Geometrie citiren. In der überwiegenden Mehrzahl der mir bekannten (russischen) Lehrbücher der elementaren Geometrie wird die Existenz von gewissen regulären Polyëdern nicht direct bewiesen, sondern nur der Beweis dafür erbracht, dass andere, als durch eine gewisse Anzahl der Flächen begrenzte Polyëder nicht möglich sind. In den klassischen Lehrbüchern jedoch, von den »Éléments« Legendre's an, wird auch der directe Beweis angegeben.

dener Seite. Ein solcher Beweis ist von Bravais*), Sohncke**), dem Verf.***) und Schoenflies†) erbracht worden; gegenwärtig findet man ihn in strenger Form in Elementarlehrbüchern††) angeführt. Die Richtigkeit steht somit über jedem Zweifel.

Wenn wir aber fragen, welcher Art diese Frage ist, d. h. ob für deren Lösung die Homogenität nothwendig ist oder nicht, so werden wir ohne Bedenken nach dem oben Gesagten antworten, dass es sich um eine Syngonie-Frage handelt, folglich zur richtigen und endgiltigen Lösung derselben auch das Grundgesetz der geometrischen Krystallographie, etwa das der rationalen Indices, vollständig genügend ist. Kommt also Jemand zu einem, dem eben ausgesprochenen widersprechenden Resultate, so können wir mit Sicherheit schliessen, dass die Lösung unvollständig sein muss.

Gadolin war der Erste, der diesen Satz in Frage gestellt hat. Er wusste sehr gut, dass er richtig ist für alle geradzähligen Symmetrieaxen und hatte dafür den genauen Beweis erbracht, aber für den Fall der dreizähligen Axen konnte er einen solchen nicht geben.

Bezeichnet man die drei, durch eine dreizählige Symmetrieaxe untereinander verbundenen krystallographischen Axen durch $A$, $B$ und $C$ und die Axeneinheiten resp. durch $a, b, c$; denkt man sich aus der durch $a, b, c$ bestimmten Fläche die beiden anderen abgeleitet, welche in Folge der Anwesenheit der Symmetrieaxe nothwendig sind, und zieht dann zwei, diesen beiden Flächen parallele, durch den Endpunkt der Axe $A$ hindurchgehende Ebenen, so schneiden diese drei Ebenen ab

| | | | |
|---|---|---|---|
| auf der Axe $A$ die Theile: | $a$, | $a$, | $a$ |
| - - - $B$ - - | $b$, | $\frac{ac}{b}$, | $\frac{a^2}{c}$ |
| - - - $C$ - - | $c$, | $\frac{a^2}{b}$, | $\frac{ab}{c}$. |

»Afin que ces faces soient possibles, il faut que les rapports de leurs paramètres sur chaque axe, c'est-à-dire les rapports $\frac{b^2}{ac}$, $\frac{a^2}{bc}$ et $\frac{c^2}{ab}$ soient rationnels. Nous en concluons à la rationalité du rapport $\frac{a^3}{b^3}$. En posant $\frac{a^3}{b^3} = \varrho$, $\frac{b^2}{ac} = \varrho_1$ où $\varrho$ et $\varrho_1$ sont des quantités rationelles, nous aurons†††):

*) Sur les systèmes des points distribués régulièrement, th. XLVIII, p. 61.

**) Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur, Sätze 46 und 47.

***) Symmetrie der regelmässigen Systeme der Figuren, Satz 3.

†) Krystallsysteme und Krystallstructur, Satz VIII, S. 283.

††) Z. B. des Verfs. kurzer Leitfaden der Krystallographie, S. 23.

†††) l. c. p. 49.

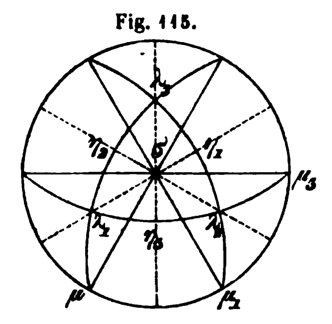
$$\frac{a}{b} = \sqrt[3]{\varrho}\,, \quad \frac{b}{c} = \varrho_1 \sqrt[3]{\varrho}\,, \quad \frac{a}{c} = \varrho_1 \sqrt[3]{\varrho^2}\,.\text{«}$$

Infolge dessen unterscheidet Gadolin zwei Fälle: 1) $\varrho$ ist der Kubus einer rationalen Zahl, in diesem Falle ist auch $a : b : c$ rational; 2) $\varrho$ ist kein solcher, und in diesem Falle ist letzteres Verhältniss, und damit auch die Symmetrieaxe, irrational.

Nun kann ich dieser Beweisführung nicht beistimmen. Ist $a : b : c$ rational, so ist natürlich $\frac{a^3}{b^3}$ der Kubus einer rationalen Zahl. Die Frage aber besteht darin, ob $a : b : c$ rational sei oder nicht. Sie ist also durch Gadolin nicht gelöst, sondern nur aufgestellt worden.

Später hat Herr Liebisch, welcher, wie es jetzt erhellt, mit diesen Resultaten Gadolin's damals nicht bekannt war, dieselbe Frage wieder als Syngonie-Frage*) behandelt.

Fig. 115.



»Die zu einer, nicht unter 90° gegen $\sigma$ geneigten Kante $\lambda_1$ gehörigen gleichen Kanten seien $\lambda_2$ und $\lambda_3$ (s. Fig. 115). In der Verbindungsebene $\{\lambda_2 \lambda_3\}$ sind zwei Kanten $\eta_1$ und $\mu_1$ möglich, von denen die erstere den Winkel $(\lambda_2 \lambda_3)$ innen, die letztere aussen halbirt. Analoge Bedeutungen haben die Kanten $\eta_2$ und $\mu_2$ in der Ebene $(\lambda_3 \lambda_1)$ und die Kanten $\eta_3$ und $\mu_3$ in der Ebene $(\lambda_1 \lambda_2)$. Demgemäss sind die Verbindungsebenen $\{\lambda_1, \eta_1\}$, $\{\lambda_2, \eta_2\}$, $\{\lambda_3, \eta_3\}$, welche sich in der Axe $\sigma$ schneiden, mögliche Krystallflächen, also $\sigma$ eine mögliche Krystallkante.«

In den hier gesperrt gedruckten Worten liegt eine Willkür. Es ist richtig, dass, falls eine der beiden Kanten $\eta_1$ oder $\mu_1$ möglich ist, auch die andere möglich sein muss; die Frage besteht aber gerade darin, ob eine von beiden möglich ist.

Die Frage blieb also auch nach Liebisch offen. Dies zeigte der Verf.**) bereits i. J. 1888 und schliesst seine Betrachtungen an eine von ihm gegebene Form des Gesetzes der Doppelverhältnisse, nämlich:

$$\frac{\text{Sin}\,(r x_2 x_3)}{\text{Sin}\,(o x_2 x_3)} : \frac{\text{Sin}\,(x_1 r x_3)}{\text{Sin}\,(x_1 o x_3)} : \frac{\text{Sin}\,(x_1 x_2 r)}{\text{Sin}\,(x_1 x_2 o)} = r_1 : r_2 : r_3\,, \tag{1}$$

wo Sin Sinusfunction, $x_1$, $x_2$, $x_3$ irgend welche drei krystallographische Axen; $r$ und $o$ irgend welche Krystallkanten, und $r_1$, $r_2$, $r_3$ rationale (ganze) Zahlen bedeuten.

---

*) Geometr. Krystallogr. S. 195.

**) Zwei krystallographische Notizen (I. Notiz).

Wählt man die Axen $x_1$, $x_2$, $x_3$ so, dass sie, eine aus der anderen, sich durch Drehung um die dreizählige Symmetrieaxe construiren lassen und dabei nicht einen rechten Winkel mit dieser Axe bilden, und ist ausserdem $r$ ebenso aus $o$ durch Drehung um dieselben Axen construirt, so erhalten wir

$$\frac{\cos(rX_1)}{\cos(oX_1)} : \frac{\cos(rX_2)}{\cos(oX_2)} : \frac{\cos(rX_3)}{\cos(oX_3)} = r_1 : r_2 : r_3 \,, \qquad (2)$$

wo $X_1$, $X_2$, $X_3$ drei zu den Flächen $(x_2 x_3)$, $(x_3 x_1)$, $(x_1 x_2)$ resp. senkrechte Geraden sind.

Nun aber ist in Folge der gemachten Voraussetzungen:

$$\cos(oX_1) = \cos(rX_3); \quad \cos(oX_2) = \cos(rX_1); \quad \cos(oX_3) = \cos(rX_2). \qquad (3)$$

Führt man diese Bedingungen in Gl. (2) ein, so erhält man:

$$\left.\begin{aligned}
\frac{\cos^2(rX_1)}{\cos(rX_2)\cos(rX_3)} &= \frac{\cos^3(rX_1)}{\cos(rX_1)\cos(rX_2)\cos(rX_3)} = \frac{r_1}{r_2} \\
\frac{\cos^2(rX_2)}{\cos(rX_3)\cos(rX_1)} &= \frac{\cos^3(rX_2)}{\cos(rX_1)\cos(rX_2)\cos(rX_3)} = \frac{r_2}{r_3} \\
\frac{\cos^2(rX_3)}{\cos(rX_1)\cos(rX_2)} &= \frac{\cos^3(rX_3)}{\cos(rX_1)\cos(rX_2)\cos(rX_3)} = \frac{r_3}{r_1}.
\end{aligned}\right\} \qquad (4)$$

Folglich:

$$\cos^3(rX_1) : \cos^3(rX_2) : \cos^3(rX_3) = c_1 : c_2 . c_3 \,, \qquad (4\,a)$$

wo $c_1$, $c_2$, $c_3$ rationale (ganze) Zahlen bedeuten.

Bedeutet $r$ die Symmetrieaxe selbst, so sind die Winkel $(rX_1)$, $(rX_2)$ und $(rX_3)$ gleich und das Verhältniss ist $1:1:1$, also ist der durch den zweiten Theil der Gleichung ausgedrückten Bedingung vollständig genügt; folglich ist die Symmetrieaxe selbst jedenfalls eine mögliche Krystallkante.

Wie oben angegeben, war dieses Resultat unbedingt zu erwarten, und diese Lösung sehe ich als die definitive an.

Dessenungeachtet hat Liebisch in seinem neuen Werke*) (1891) seinen unzulänglichen Beweis wörtlich reproducirt, worauf ich sogleich aufmerksam machte**).

Im folgenden Jahre (1892) hat Herr Hecht eine Arbeit***) publicirt, in welcher er u. A. eine mit (4a) wesentlich identische Formel angiebt, aber

*) Physikalische Krystallographie, S. 11.

**) Zuerst schrieb ich eine Notiz an die Redaction des »Neuen Jahrbuches«. Da diese aber seitens der letzteren (nicht aber seitens des Herrn Prof. M. Bauer, der sie freundlichst aufnehmen wollte) nicht abgedruckt wurde, so habe ich sie in deutscher Sprache in den Verhandlungen der hiesigen mineralogischen Gesellschaft (Protokoll vom 11. December 1890) publicirt.

***) Nachr. königl. Ges. der Wiss. Göttingen 1892, 245.

merkwürdiger Weise den entgegengesetzten Schluss daraus zieht, welcher mit dem von Gadolin übereinstimmt, d. h. dass es irrationale dreizählige Symmetrieaxen gäbe.

Hierauf weist derselbe Gelehrte in einer unlängst erschienenen Notiz *) hin, in welcher er ausserdem in meiner Beweisführung einen Fehler zu finden meint. Denselben glaubt er in den letzten fünf Zeilen des Referats über meine Arbeit **) enthalten und unternimmt eine Correction desselben:

»Statt der letzten fünf Zeilen würde es richtig heissen:

Für jede andere mögliche Krystallkante $o'$ müssen die Verhältnisse:

$$\frac{\cos o'x_1}{\cos r x_1} : \frac{\cos o'x_2}{\cos r x_2} : \frac{\cos o'x_3}{\cos r x_3} = r_1' : r_2' : r_3'$$

rational sein.

Man erhält also:

$$\cos o'x_1 : \cos o'x_2 : \cos o'x_3 = r_1' \cos r x_1 : r_2' \cos r x_2 : r_3' \cos r x_3 = r_1' \sqrt[3]{c_1} : r_2' \sqrt[3]{c_2} : r_3' \sqrt[3]{c_3}.«$$

Man sieht, dass diese Formel vollkommen identisch ist mit der oben angegebenen Formel (4a). Potenzirt man dieselbe, so erhält man

$$\cos^3 o'x_1 : \cos^3 o'x_2 : \cos^3 o'x_3 = r_1'^3 c_1 : r_2'^3 c_2 : r_3'^3 c_3 = \varkappa_1 : \varkappa_2 : \varkappa_3 ,$$

wo $\varkappa_1$, $\varkappa_2$, $\varkappa_3$ wieder rationale (ganze) Zahlen bedeuten.

Wenn Herr Hecht also zu einem entgegengesetzten Schlusse kommt, so ist dies auf eine Ungenauigkeit seiner Schlussfolgerung oder auf eine Flüchtigkeit und keineswegs auf die Ungenauigkeit des Grundgesetzes der Krystallographie zurückzuführen.

---

Zum Schlusse kann ich nicht umhin, den hervorragenden Leistungen von Hessel noch ein Paar Worte zu widmen. Wenn ich in der historischen Uebersicht seinen Namen nicht erwähnt hatte, so geschah dies, weil leider seine höchst wichtigen Arbeiten in dem historischen Entwickelungsgange der krystallographischen Ideen erfolglos geblieben sind. Sonst wäre es ganz unmöglich, in der ersten Reihe der hervorragendsten Forscher auch seinen Namen nicht zu nennen.

Was die Form des Grundgesetzes der geometrischen Krystallographie betrifft, so gehört ihm eine ganz originelle, welcher er den Namen des »Gerengesetzes oder des Gesetzes vom Parallelogramme der Strahlen« gab; dieses hätte seiner Zeit für ein neues Gesetz gehalten werden können, muss aber jetzt evident als eine originelle Form des Grundgesetzes anerkannt

*) Neues Jahrb. f. Mineralogie etc. 1893, II, 173.

**) Diese Zeitschr. 1890, 17, 617.

werden, welche sehr geeignet ist, die beiden Hauptformen, die des Haüy-schen Gesetzes und die des Gesetzes der Zonen, zu vereinigen*). Die Symmetriearten, deren erste vollständige Ableitung sein grösstes Verdienst bildet, werden natürlich als Syngonie-Fragen behandelt, also sämmtliche für Krystalle nicht unmögliche Symmetriearten angegeben.

Mit Bewunderung liest man bei ihm die Behandlung der Fragen und Aufgaben, welche erst sehr viel später von Anderen behandelt und gelöst wurden, z. B. die Ableitung der symmetrischen Isoëder (einfache Gestalten), über die Bedingungen dafür, dass drei unter einander senkrechte Geraden mögliche Krystallkanten (kantenthümliche Strahlen) u. s. w.

* In dieser Hinsicht steht Hessel am nächsten dem jetzt bei den Mathematikern vorherrschenden gruppentheoretischen Gesichtspunkte.

# VI. Ueber die Krystallform des Enargit.

Von

L. V. Pirsson in New Haven.

(Mit 6 Textfiguren.)

---

Mit der Krystallform des Enargits hat uns zuerst Dauber*) bekannt gemacht, welcher peruanische, vom Entdecker Breithaupt herstammende Krystalle aus der Krantz'schen Sammlung gemessen hatte. Von den beobachteten Formen giebt er eine Projection auf die Basis. In der Folge wurden alsdann gemessen: die Krystalle von Brixlegg in Tirol durch Zepharovich**), jene aus der Serra Famatina in Argentinien durch vom Rath***) und endlich jene aus Luzon, wie vom Rath†) mittheilt, durch Zettler. Keiner der genannten Autoren hat die Krystalle abgebildet, nur vom Rath giebt eine basische Projection eines Drillings von der Serra Famatina. Unter solchen Umständen erschien es mir daher nicht überflüssig, einige amerikanische Vorkommen zu beschreiben und abzubilden.

Unter einer Suite von Eruptivgesteinen, aus dem Summit-District in Colorado stammend, befindet sich eine Serie aus der Ida-Mine, welche in hervorragender Weise das Vorkommen des Enargits an dieser Localität illustrirt. Das Mineral findet sich allda in einem Porphyr mit grossen Feldspathkrystallen, welch' letztere durch heisse Lösungen kaolinisirt und theilweise völlig weggeschafft wurden, während in den hierdurch gebildeten Hohlräumen sich als secundäres Product das Erz absetzte. Da die Form der Feldspäthe in der Grundmasse ziemlich gut erhalten wurde, haben die Enargitmassen das Aussehen von Pseudomorphosen.

Während der Enargit im Allgemeinen dicht ist, oder bis zur Undeutlichkeit zusammengehäufte Krystalle zeigt, finden sich doch Hohlräume,

---

*) Pogg. Ann. 1854, **92**, 237.

**) Diese Zeitschr. **8**, 600.

***) Diese Zeitschr. **4**, 426.

†) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1880, **1**, 159.

welche mit kleinen, glänzenden, bis zu 3 mm langen Prismen von bläulich-schwarzer Farbe ausgekleidet sind. Sie sind sehr stark tafelig durch Vorwalten von $a\{100\}$ (siehe Fig. 1) und zeigen ausserdem noch: $c\{001\}$, $m\{110\}$ und $h\{120\}$. Diese Formen wurden durch folgende Messungen festgestellt:

Fig. 1.

| | Berechnet: | Gemessen: | |
|---|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0) =$ | 82° 7′ | 81°22′ | 81°37′ |
| $h \cdot h = (120):(1\bar{2}0) =$ | 59 43 | 59 35 | 60 16 |

Den berechneten Werthen wurden Dauber's Fundamentalwinkel $(110):(1\bar{1}0) = 82° 7\frac{1}{2}'$ und $(001):(011) = 39° 31'$ und das daraus sich ergebende Axenverhältniss $a : b : c = 0,8712 : 1 : 0,8248$ zu Grunde gelegt.

Die Prismenzone ist sehr stark vertical gestreift, wodurch die Abweichung der gemessenen von den berechneten Winkeln erklärt wird. Die Basis ist nicht gestreift, aber rauh und schlecht spiegelnd.

Die bis jetzt beschriebenen oder chemisch untersuchten Enargite amerikanischer Herkunft sind kurz folgende: Brewer's Mine, Chesterfield, Süd-Carolina, analysirt von Genth*); Willis Gulch bei Black Hawk in Colorado, beschrieben von Burton**); Morning Star-Mine im Monitor-District, Alpine Co., Californien, analysirt von Root***); Tintic-District, Utah, beschrieben von Silliman†), er findet sich allda auf verschiedenen Gruben; Material von der Shoebridge-Mine wurde von E. S. Dana††) analysirt.

Alle die Genannten erwähnen keinerlei zum Messen geeignete Krystalle, sondern beschreiben ihr Material entweder als derbe oder rauhe stengelige Massen mit Spaltflächen oder als gestreifte Prismen. Eine ganz vorzügliche Suite aller oben genannten Vorkommen in der Brush'schen Sammlung bestätigt dies Alles vollkommen.

Vor nicht langer Zeit wurden an verschiedenen Punkten in Colorado beträchtliche Mengen Enargit aufgefunden und haben besonders die Gruben am Red Mountain zur krystallographischen Untersuchung taugliches Material geliefert. Eine hervorragende Suite hat Herr Prof. S. L. Penfield, gelegentlich geologischer Aufnahmen, auf der National Bell-Mine zusammengebracht, und mir dieselbe zur Bearbeitung gütigst überlassen, wofür ihm auch hier bestens gedankt sei.

Das Mineral, welches dorten zum Zwecke der Silber- und Kupfer-

*) Americ. Journ. Sc. 1857, II, 23, 420.
**) - 1868, II, 45, 34.
***) - 1868, II, 46, 201.
†) - 1873, II, 6, 126.
††) Op. cit.

gewinnung abgebaut wird, findet sich in verticalen Schächten oder »chimneys« (Schloten) eines zersetzten Eruptivgesteines. Es bildet meist grosse, spaltbare Massen, seltener deutliche Krystalle und ist begleitet von Pyrit. Die Krystalle, deren Habitus aus Fig. 2 zu ersehen, sind gewöhnlich stark gestreifte, dicke Prismen von 2 bis 3 mm Länge, welche nur die folgenden

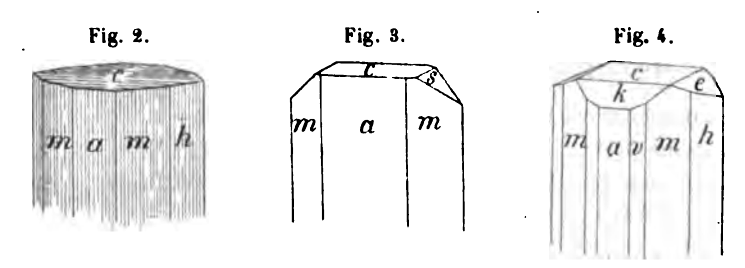


Fig. 2. Fig. 3. Fig. 4.

einfachen Formen aufweisen: *c*{001}, *a*{100}, *m*{110}, *h*{120}. An einigen Exemplaren sind die Flächen der Krystalle ebener und es erscheint noch das primäre Brachydoma *s*{011}, Fig. 3. Ein einziges Handstück wies Krystalle auf, welche auch das primäre Makrodoma *k*{101} und ein wohlausgebildetes Brachydoma zeigten. Das letztere war indessen stets so rauh, in Folge kleiner Vertiefungen und winziger, aufgewachsener Pyritoktaëderchen, dass nur angenäherte Messungen möglich waren. Der beste gemessene Werth zur Basis betrug 25°, während (012):(001) erfordert 22° 25′. Es wurde daher als am wahrscheinlichsten das Symbol {012} angenommen. Neben diesen genannten Flächen erscheint auch noch ein Makroprisma *v*{210} wie in Fig. 4 dargestellt.

Eine andere, ebenfalls sehr gewöhnliche Ausbildungsweise an dieser Localität, zeigen die Krystalle in Fig. 5. Sie sind flach tafelig nach der Basis, welche stets an beiden Enden vorhanden ist, da die Krystalle meist mit einem Ende der Makroaxe aufgewachsen sind. Der interessanteste unter diesen Krystallen ist in Fig. 6 abgebildet. Er ist etwas dicker tafelförmig und mit einem Ende der Makroaxe aufgewachsen, wie die soeben genannten. Seine Formen sind *c*{001}, *a*{100}, *m*{110}, *l*{130}, *s*{011} und *z*{134}. Die Flächen von *l*{130} sind matt, während die übrigen Prismenflächen ausserordentlich glänzend und gut spiegelnd sind, ebenso das Doma {011} und die Brachypyramide *z*{134}. Diese Krystalle, von denen mehrere gut ausgebildete Exemplare untersucht wurden, zeigen, was bemerkenswerth ist, das Doma und die Pyramide nur an einem Ende, während das andere einzig durch die Basis (00$\bar{1}$) begrenzt ist. Ueberdies ist die obere (001)-Fläche gerne matt und wenig reflectirend, während die untere (00$\bar{1}$) sehr glänzend und parallel dem Makrodoma (101)

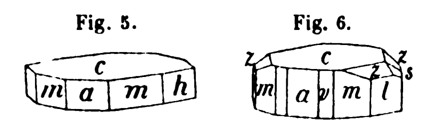


Fig. 5. Fig. 6.

gestreift erscheint. Die Krystalle scheinen demnach hemimorph zu sein. Von den beobachteten Formen sind neu *e*{012}, *v*{210} und *z*{134}. Die gemessenen und berechneten Winkel sind:

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| *m* : *m* = (110) : (1̄10) | = 82° 7½′ | 82° 3′, 82° 17′, 82° 4′ |
| *a* : *h* = (100) : (120) | = 60 8½ | 60 3, 60 20, 59 45 |
| *a* : *v* = (100) : (210) | = 23 12 | 23 13, 23 18 |
| *m* : *v* = (110) : (210) | = 17 31 | 17 28, 17 42, 17 19 |
| *m* : *l* = (110) : (130) | = 28 0 | 28 24 |
| *c* : *k* = (001) : (101) | = 43 26¼ | 43 1 |
| *c* : *s* = (001) : (011) | = 39 31 | 39 39, 39 40 |
| *s* : *z* = (011) : (134) | = 13 45½ | 13 45, 13 49 |
| *z* : *z* = (134) : (1̄34) | = 22 45¾ | 22 46 |
| *c* : *z* = (001) : (134) | = 33 31 | 33 33, 33 40 |

Die Form {134} wurde überdies durch den Zonenverband [001 : 130] und [1̄10 : 011] festgestellt, welcher ihr Auftreten wahrscheinlich begünstigt hat.

Das Pulver dieser Krystalle giebt im Rohre eine starke Arsenreaction, dagegen kein Antimon, woraus gefolgert werden kann, dass dieselben sehr reinen Enargit darstellen, in dem nicht mehr als eine Spur der isomorphen Antimonverbindung Famatinit, $Cu_3SbS_4$, zugegen sein kann.

Mineral.-petrogr. Laboratorium,
Sheffield Scient. School, New Haven, November 1893.

# VII. Ueber die Krystallform des Herderit.

Von

**S. L. Penfield** in New Haven.

(Mit 15 Textfiguren.)

---

Im Sommer vergangenen Jahres erhielt Herr H. Wells von Herrn L. K. Stone in Paris (Maine) eine Anzahl Stücke eines unbekannten Minerals zur Bestimmung eingesendet. Dieselben waren zu Paris in Maine, jedoch nicht an der bekannten Localität Mt. Mica, gesammelt worden. Die Stücke zeigen wohlausgebildete, durchsichtige und nahezu farblose monokline Krystalle bis zu 6 mm Länge und 2 mm Durchmesser, welche grösstentheils auf Quarz, einige aber auch auf Feldspath aufgewachsen sind. Ihre Härte ist nur wenig über 5. Vor dem Löthrohre blähen sie sich auf, werden weiss und schmelzen alsdann bei ungefähr 4 zu einem weissen, blasigen Email; eine schwach grüne Flammenfärbung deutet auf Phosphorsäure. Im geschlossenen Rohre erhitzt werden die Krystalle weiss, schleudern ziemlich heftig ein feines, schuppiges Pulver oder Staub von sich und liefern ein Wasser, das nur eine sehr schwach saure Reaction zeigt. In Salzsäure ist das Mineral völlig, wenn auch langsam, löslich. Alle diese Eigenschaften, welche auf kein bekanntes Mineral zu deuten sind, legten die Vermuthung nahe, dass eine neue Verbindung vorliege. Es wurde daher alles verfügbare Material sorgfältigst zur Analyse ausgelesen und etwa anhaftender Quarz oder Muttergestein mit schwerer Lösung getrennt; es wurden so etwa 1,5 g reines Material zur Analyse erhalten, welche Herr Wells auszuführen die Güte hatte. Die Analyse ergab nun die interessante Thatsache, dass das Mineral Herderit ist und zwar ein solcher ohne Fluorgehalt, in dieser Beziehung also einer von Wells und mir beschriebenen Varietät*) von Hebron in Maine nahesteht. Die Analyse dieses Minerals von beiden genannten Fundorten ergab folgende Werthe:

---

*) H. L. Wells und S. L. Penfield, über Herderit von Hebron in Maine, Americ. Journ. Sc. 1892, III, **44**, 114; der Inhalt dieser Abhandlung ist in der vorliegenden Arbeit im Wesentlichen wiedergegeben.

| | Paris: | Hebron. Nach Abzug von 5,27 % Verunreinigung: | Berechnet für $Ca[Be.(OH)]PO_4$ |
|---|---|---|---|
| Spec. Gew. | 2,952 | 2,975 | — |
| $P_2O_5$ | 44,05 | 43,08 | 44,10 |
| $BeO$ | 16,13 | 16,18 | 15,53 |
| $CaO$ | 34,04 | (34,35) | 34,78 |
| $H_2O$ b. Glühen | 5,85 | 6,15 | 5,59 |
| $Fl$ | — | 0,42 | — |
| Unlöslich | 0,44 | — | — |
| | 100,51 | 100,18 | 100,00 |

Wie aus den Analysen hervorgeht, liegt eine ganz bestimmte Varietät dieses Minerals vor, welche als »Hydroherderit« von der fluorhaltigen unterschieden werden mag. Sie findet sich, wie die Analyse ausweist, völlig rein und kann sehr leicht durch ihr Verhalten beim Erhitzen im Glasrohre erkannt werden. Dagegen liegt bis jetzt keinerlei Beweis für die Existenz des reinen Fluorherderit $Ca(BeFl).PO_4$ vor. Mackintosh*) stellt zwar eine solche Formel für das Mineral von Stoneham in Maine auf, er hat indessen nicht auf das Vorhandensein von Wasser geprüft, ebenso auch keine directe Fluorbestimmung vorgenommen, sondern letzteres, wie er angiebt, aus dem Ueberschusse an Kalk berechnet. D. N. Harper**) und ich haben indessen gezeigt, dass der Herderit von Stoneham sowohl Hydroxyl wie Fluor enthält, und zwar im Verhältnisse 3 : 2, ihm also die Formel $Ca[Be(OH.Fl)]PO_4$ zukommt, in welcher $OH$ und $Fl$ als isomorphe Vertreter angenommen wurden. Diese letztere Varietät, welche als »Hydrofluor-Herderit« bezeichnet werden möge, kann ebenfalls leicht durch ihr Verhalten beim Erhitzen im Glasrohre erkannt werden, indem beim intensiven Erhitzen saures Wasser ausgetrieben wird, welches das Glas ätzt und einen Absatz von Kieselsäure bildet. Aus der Quantität frei gewordener Flusssäure wurde geschlossen, dass das $Fl$ und $OH$ an Beryllium gebunden sind und nicht an das mehr basische Calcium.

Die hervorragendste Eigenthümlichkeit des Herderits von dieser neuen Localität ist indessen seine monokline Krystallform. Die Auffindung dieses Umstandes hat mich dahin geführt, auch die Mineralien der anderen Fundorte zu untersuchen und wie weiterhin gezeigt worden mit dem Resultate, dass der Herderit stets monoklin und nicht rhombisch krystallisirt.

Unter dem Herderitmaterial von dem genannten neuen Fundorte fanden sich nur einige kleine Krystalle, welche sich zu goniometrischen

*) Americ. Journ. Sc. 1884, III, 27, 137. Diese Zeitschr. 9, 278.

**) Ebenda 1886, III, 32, 107. Diese Zeitschr. 12, 499.

Messungen eigneten. Sie waren stets so aufgewachsen, dass nur ein Theil der Flächen entwickelt war, von den letzteren sind einige gekrümmt und liefern deshalb nur verschwommene Reflexe, die Mehrzahl indessen ist von guter Beschaffenheit und namentlich frei von Vicinalflächen, welche vorherrschen an den Herderitkrystallen von Stoneham. Bei der Beschreibung der Krystalle ist die Dana'sche Stellung*) derselben, sowie auch dessen Buchstabenbezeichnung, so weit als möglich, angenommen worden.

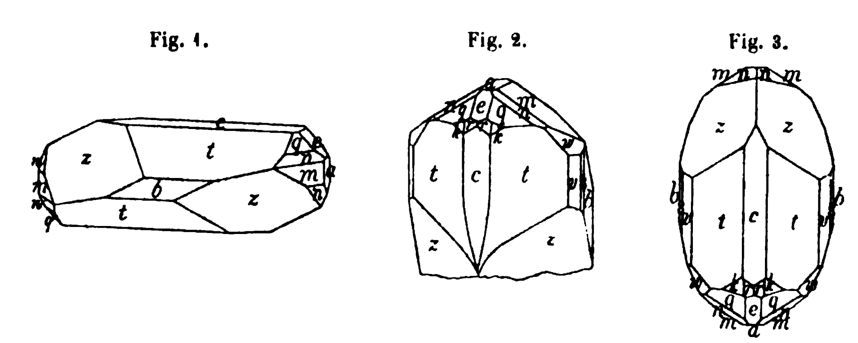


Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

Der Habitus der Krystalle ist ersichtlich aus den Figg. 1—3. Fig. 1 ist so gezeichnet, dass $(0\bar{1}0)$ nach vorn gewendet und Fig. 2 so, dass die Basis vertical ist; die letztere Stellung wurde deshalb gewählt, weil die monokline Symmetrie am besten heraustritt. Fig. 3 ist eine Projection auf die Basis, aus dieser Figur und aus der sphärischen Projection Fig. 13 können die Beziehungen der Formen und die hauptsächlichsten Zonen leicht ersehen werden. Die beobachteten Formen sind:

| | | | |
|---|---|---|---|
| $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$ | $e\{302\}-\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ | $r\{112\}-\frac{1}{2}P$ | $k\{122\}-\grave{P}2$ |
| $b\{010\}\infty\grave{P}\infty$ | $t\{032\}\frac{3}{2}\grave{P}\infty$ | $q\{332\}-\frac{3}{2}P$ | $w\{3.12.4\}-3\grave{P}4$ |
| $c\{001\}0P$ | $v\{031\}3\grave{P}\infty$ | $n\{331\}-3P$ | $z\{\bar{3}94\}\frac{9}{4}\grave{P}3$. |
| $m\{110\}\infty P$ | $s\{061\}6\grave{P}\infty$ | $\mathfrak{n}\{\bar{3}31\}3P$ | |

Das Axenverhältniss wurde aus denjenigen Winkeln abgeleitet, welche in der Winkeltabelle mit * versehen sind, und zum Vergleiche sind die Axenverhältnisse herangezogen, welche Haidinger für die Ehrenfriedersdorfer und Dana für die Herderitkrystalle von Stoneham erhielten.

| | | |
|---|---|---|
| Autor | $\dot{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0,63075 : 1 : 0,42742$; | $\beta = 89^0 54'$ |
| Haidinger | $\dot{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0,6261 : 1 : 0,4247$; | $\beta = 90$ |
| Dana | $\dot{a} : \bar{b} : \dot{c} = 0,6206 : 1 : 0,42346$; | $\beta = 90$ |

Der Winkel $\beta$ ist fast genau $90^0$, es kann jedoch über den monoklinen Charakter der Krystalle kein Zweifel aufkommen, wenn man die Flächen-

*) Americ. Journ. Sc. 1884, 27, 229. Diese Zeitschr. 9, 279.

entwickelung betrachtet. Die in Fig. 1 gezeichneten Formen sind fast unveränderlich zugegen. Die Basis *c* liefert stets gute Reflexe, ihre Combinationskanten mit dem Doma *t* sind stets gekrümmt und laufen in einen Punkt zusammen, wo sie an die Pyramide *z* stossen, siehe Fig. 2. Die Combinationskante zwischen *t* und *z* ist ausnahmslos gerundet ganz besonders dort, wo *c*, *t* und *z* aneinander grenzen. Die Pyramide *z*, welche in Folge dieser Rundungen keine befriedigenden Messungen gestattet, wurde sichergestellt durch ihre Lage in der Zone *mekt* und *mv*. Die Pyramiden *q* und *n* sind gewöhnlich parallel ihrer Schnittkante gestreift.

In nachstehender Tabelle gebe ich einige der gemessenen Winkelwerthe mit den aus dem Axenverhältnisse berechneten. Die Uebereinstimmung ist grösstentheils eine sehr gute; wo die Schwankungen beträchtlicher werden, sind die in Betracht kommenden Flächen entweder gerundet oder in anderer Weise zu genauen Messungen ungeeignet.

### Winkeltabelle.

| | | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| *c* : *a* | = (001):(100) | = *89° 54′ | — |
| *c* : *e* | = (001):(302) | = *45 25 | — |
| *b* : *v* | = (010):(031) | = *37 57 | — |
| *c* : *m* | = (001):(110) | = — | 89° 55′ |
| *b* : *m* | = (010):(110) | = 57 47 | 57 45½ |
| *m* : *m* | = (110):(1$\bar{1}$0) | = 64 25 | 64 29 |
| *c* : *r* | = (001):(112) | = 21 52 | 21 49 |
| *r* : *r* | = (112):(1$\bar{1}$2) | = 22 43 | 22 52½ |
| *c* : *q* | = (001):(332) | = 50 8 | 50 11 |
| *q* : *q* | = (332):(3$\bar{3}$2) | = 48 20 | 48 22 |
| *c* : *n* | = (001):(331) | = 67 7 | 67 20 |
| *n* : *n* | = (331):(3$\bar{3}$1) | = 58 56 | 58 59 |
| *b* : *n* | = (010):(331) | = 60 30½ | 60 30½ |
| *c* : n | = (001):($\bar{3}$31) | = — | 67 29 |
| *m* : n | = ($\bar{1}$10):($\bar{3}$31) | = 22 23 | 22 36 |
| n : n | = ($\bar{3}$31):($\bar{3}\bar{3}$1) | = — | 59 3 |
| *c* : *k* | = (001):(122) | = — | 28 35½ |
| *k* : *k* | = (122):(1$\bar{2}$2) | = — | 44 3½ |
| *r* : *k* | = (112):(122) | = 11 3 | 10 35½ |
| *c* : *t* | = (001):(032) | = 32 46 | 32 40 |
| *t* : *t* | = (032):(0$\bar{3}$2) | = 65 36 | 65 20 |
| *b* : *s* | = (010):(061) | = 21 17 | 21 18 |
| *a* : *v* | = (100):(031) | = 89 55 | 89 56 |
| *a* : *w* | = (100):(3.12.4) | = 72 34 | 72 35 |
| *c* : *w* | = (001):(3.12.4) | = — | 54 2 |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $w : w = (3.12.4):(3.\bar{1}\bar{2}.4)$ = | — | 97°36′ |
| $c : z$ = $(001):(\bar{3}94)$ = | — | 47 26 |
| $b : z$ = $(010):(\bar{3}94)$ = | 49° 0′ | 49 22½ |

### Optische Eigenschaften.

Schliffe parallel dem Klinopinakoid zeigen schiefe Auslöschung. Die Axe der grössten Elasticität, zugleich spitze Bisectrix, bildet mit der Klinoaxe einen Winkel von 2½° für *Na*-Licht, es ist daher, da $\beta$ nahezu 90° ist, c 2½° gegen die Verticalaxe *c* im spitzen Winkel $\beta$ geneigt. Die Ebene der optischen Axen liegt parallel dem Klinopinakoid und die Doppelbrechung ist negativ und ziemlich stark. Zur Bestimmung des mittleren Brechungsexponenten wurde ein Prisma angefertigt, dessen brechende Kante parallel der Orthodiagonale verlief, und dessen optische Orientirung in Folge der geringen Grösse nur eine angenäherte sein konnte. Die Messungsresultate sind unten mitgetheilt. Ferner wurden zwei Platten angefertigt, eine senkrecht zur spitzen Bisectrix und eine parallel zur Basis, welche ja ungefähr senkrecht zur stumpfen Bisectrix liegt. Die erstere war so klein, dass der Axenwinkel in Luft nicht beobachtet werden konnte, sondern in $\alpha$-Monobromnaphtalin gemessen werden musste ($N_y = 1,6572$). Die Resultate, alle für *Na*-Licht gültig, sind:

Aus dem Prisma: $\alpha = 21°58'$, $\delta = 14°16'$, daher $\beta = 1,632$

$2H_a = 70°44'$ - $2V_a = 71°59'$

$2H_o = 105\ 1$ - $2V_o = 107\ 21$

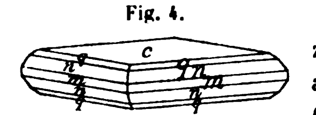
179°20′

Theoret. Werth 180 0

Aus $2H_a$ und $2H_o$ berechnen sich die Werthe $2V_a = 72°12'$ und $\beta = 1,628$; der erstere stimmt ziemlich mit dem oben gefundenen, der letztere differirt um 0,004 von dem mit dem Prisma gefundenen Werthe. Es mag daher der Mittelwerth 1,630 der Wirklichkeit am nächsten liegen. Die Dispersion ist $\varrho > v$ und ausgesprochen geneigt, die Säume der einen Hyperbel sind lebhafter gefärbt wie jene der anderen.

## Herderit von Hebron in Maine.

Fig. 4.




Dieses Vorkommen wurde 1890 entdeckt und zwar wurden nur wenige Krystalle (etwa 2—3 g) aufgefunden. Ihre Grösse beträgt 3—5 mm. Beim Glühen im Glasrohre liefern sie ein fast neutrales Wasser. Zur Messung waren nur einige Krystalle geeignet, deren Habitus in Fig. 4 wiedergegeben ist, doch sind sie nur halbseitig ausgebildet, weil sie mit einem Ende der *b*-Axe aufgewachsen waren. Einige sind auch zu

nicht mehr ganz parallelen Gruppen verwachsen. Die beobachteten Flächen sind: $c\{001\}$, $m\{110\}$, $n\{331\}$ und $q\{332\}$. Die Basis ist nicht regelmässig beschaffen und giebt minder gute Reflexe, die übrigen Flächen sind etwas gestreift, $m$ und $q$ nur schmal oder fehlend. Die den nachfolgenden Messungen beigesetzten berechneten Winkel sind aus Dana's Axenverhältniss des Herderit von Stoneham abgeleitet.

| | | | | Berechnet: |
|---|---|---|---|---|
| $n : n = (331):(33\bar{1}) =$ | 45° 7′ | *45° 10′ | 45° 26′ | 45° 6′ |
| $n : n = (331):(\bar{3}31) =$ | *102 22 | 103 7 | | 103 24 |
| $n : m = (331):(110) =$ | 22 14 | 22 53 | | 22 33 |
| $n : q = (331):(332) =$ | 16 50 | 16 32 | | 17 9 |

Einer der besten Werthe $n : n = 102° 22'$ stimmt mit dem Dana'schen berechneten weniger gut, ist aber wohl sehr nahe gelegen dem berechneten Werthe des Hydroherderits von Paris. Wären die Krystalle Zwillinge nach der Basis, so müsste der berechnete Werth 102° 55′ betragen, wenn dieselben aber einfach sind, 102° 41′. Spec. Gew. und chemische Zusammensetzung sind bereits auf S. 119 mitgetheilt.

## Herderit von Stoneham in Maine.

An den Krystallen dieser Localität wurden folgende Formen festgestellt: $b$, $c$, $m$, $e$, $s$, $v$, $t$, $q$, $n$ und $n$, Formen, welche auch der Herderit von Paris in Maine aufweist, ausser diesen aber noch:

$l\{120\}\infty P2$    $e\{\bar{3}02\}\frac{3}{2}P\infty$    $p\{111\}P$    $x\{\bar{3}62\}3P2$.
$d\{101\}-P\infty$    $u\{011\}R\infty$    $q\{\bar{3}32\}\frac{3}{2}P$

Mit Ausnahme von $d$, welches Hidden*) erwähnt, wurden alle diese Formen von Dana beobachtet, das Prisma $\mu\{130\}$ und die Pyramide $y$ $3P3$, welche er ebenfalls anführt, konnten von mir nicht aufgefunden werden; die Lage von $y$ im monoklinen Systeme kann deshalb nicht bestimmt werden. Fig. 5 und 6, welche, mit Ausnahme der Buchstabenbezeichnung, Copieen aus Dana's Arbeit sind, repräsentiren die vorherrschenden Combinationen. Die Krystalle sind Penetrationszwillinge, welche ähnlich wie der Stilbit, die rhombische Symmetrie nachahmen. Die Zwillingsebene kann sowohl die Basis als auch das Orthopinakoid sein, was, da $\beta$ nahezu gleich 90° und die Beschaffenheit der

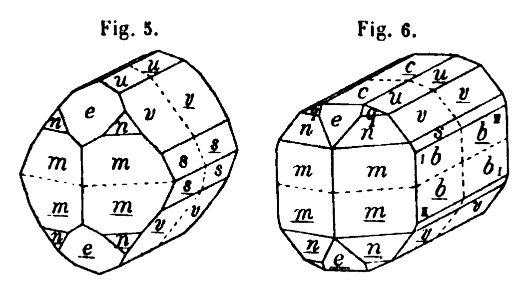
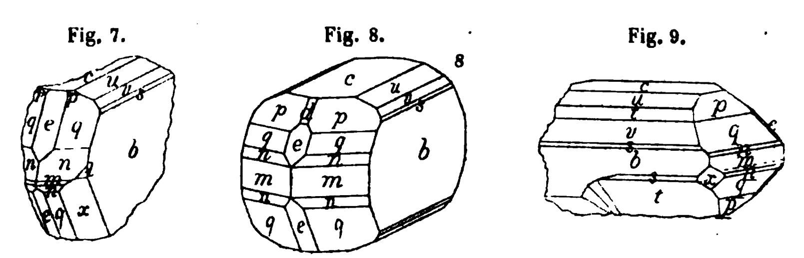


Fig. 5. Fig. 6.

*) Americ. Journ. Sc. 1886, 32, 209. Ref. diese Zeitschr 12, 507.

Flächen hinreichend scharfe Bestimmungen nicht zulässt, nicht mit Bestimmtheit entschieden werden kann. Werden die Flächen oben vorn und hinten unten als in normaler und paralleler Stellung angenommen, so sind die übrigen in Zwillingsstellung, was durch unter die Buchstaben gesetzte Striche angedeutet ist. Fig. 7, ein Krystallfragment von einem Stücke aus der Brush'schen Sammlung wiedergebend, zeigt deutlich die monokline Symmetrie in der Entwickelung der Flächen *e*, *q* und *n*, welche grösser




sind als e, q und n, sowie in dem Auftreten der Pyramide *x* zwischen *b* und q und nicht auch zwischen *b* und *q*. Ein Dünnschliff nach *b* aus diesem Krystalle liess keinerlei Zwillingsbildung erkennen. Fig. 8 zeigt die Ausbildung eines in der Bement'schen Sammlung befindlichen Krystalles, welcher so günstig aufgewachsen war, dass fast alle seine Flächen beobachtet werden konnten. Der monokline Charakter tritt in ausgezeichneter Weise hervor durch das Auftreten von *d* und *p* einzig im oberen vorderen und hinteren unteren Theile des Krystalles. Der in Fig. 9 abgebildete Krystall, ebenfalls in der Bement'schen Sammlung befindlich, gilt für den grössten der in Stoneham gefundenen Krystalle und wurde bereits früher von Hidden*) beschrieben. Er misst parallel den krystallographischen Axen *a* 23 mm, *b* 25 mm, *c* 18 mm und war mit einem Ende der Klinoaxe aufgewachsen; in der Zeichnung ist $(0\bar{1}0)$ nach vorn gewendet. Er ist verzwillingt und die Zwillingsgrenze kann ganz deutlich auf den *m*- und *x*-Flächen verfolgt werden, wie dies in der Figur durch die gestrichelte Linie angedeutet ist. Der über der Zwillingsgrenze gelegene Theil von *x* ist völlig perfect und hinsichtlich der oberen Hälfte des Krystalles in der richtigen, der monoklinen Symmetrie entsprechenden Position einer positiven Hemipyramide, der untere Theil dagegen ist sehr uneben und vicinal und nimmt die Lage einer negativen Hemipyramide ein, dieselbe ist jedoch nicht in die Reihe der beobachteten Formen aufgenommen worden, da sie weniger eine wirkliche Fläche, als vielmehr eine Fortwachsung ist, um die Fläche *x* im unteren Theile des Zwillings zu ergänzen.

Wie bereits bemerkt, ist das Material von Stoneham ein Hydrofluor-Herderit, mit *OH* : *Fl* ungefähr im Verhältniss 3 : 2, er ermöglicht daher in

*) loc. cit.

der günstigsten Weise einen Vergleich mit dem Hydroherderit von Paris zur Entscheidung der Frage, ob die theilweise Ersetzung von Hydroxyl durch Fluor eine Aenderung der physikalischen Eigenschaften hervorgerufen hat. Unglücklicherweise haben die Krystalle eine so starke Tendenz zur vicinalen Flächenausbildung, dass es schwierig ist genügend scharfe Messungen zu erhalten. Aus dem Fehlen von einspringenden Winkeln an dem Zwillinge geht hervor, dass $\beta$ sehr nahe 90° sein muss, genau konnte derselbe nicht gemessen werden. Zwei Krystalle mit besseren Flächen gaben folgende Messungen, von denen namentlich die unter I. besonders gut sind.

| | Gemessen. I. | Gemessen. II. | Berechnet. Dana: | Berechnet für Hydroherderit: |
|---|---|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0) =$ | — | 63° 57′ | 63° 39′ | 64° 29′ |
| $n : n = (331):(3\bar{3}1) =$ | 58° 19′ | 58 21 | 58 17½ | 58 59 |
| $q : q = (332):(3\bar{3}2) =$ | — | 47 58 | 47 52 | 48 27 |
| $s : s = (061):(0\bar{6}1) =$ | 137 12 | — | 137 2 | 137 23½ |

Die Messungen stimmen, wie ersichtlich, in befriedigender Weise mit Dana's berechneten Werthen überein, weichen aber beträchtlich von den Werthen für Hydroherderit ab. Das Axenverhältniss Dana's ist deswegen beibehalten worden und nachstehend mit dem von mir für Hydroherderit gefundenen verglichen.

Hydrofluor-Herderit $a : b : c = 0,62060 : 1 : 0,42345$; $\beta$ nahe 90° 0′
Hydroherderit $a : b : c = 0,63075 : 1 : 0,42742$; $\beta$ - 89 54

Die theilweise Substitution von Hydroxyl durch Fluor hat daher einen merklichen Einfluss auf das Axenverhältniss ausgeübt, was besonders in der empfindlich verkürzten $a$-Axe sich ausspricht. Auch die specifischen Gewichte sind verschieden, jenes des Stoneham-Minerals ist 3,006—3,012, also grösser wie jenes des Hydroherderits von Paris und Hebron, 2,952—2,975, was in Anbetracht des höheren Atomgewichts des Fluor 19 gegenüber jenem des Hydroxyls 17, zu erwarten war.

## Optische Eigenschaften.

Fig. 14.

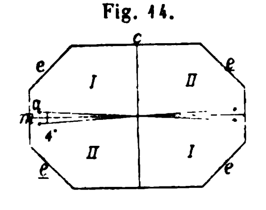
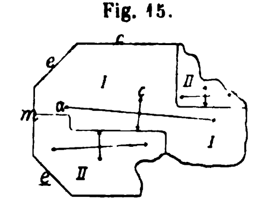



Fig. 15.




Einige Schliffe parallel dem Klinopinakoid zeigen eine Auslöschungsschiefe von etwa + 2° für gelbes Licht; Schliffe von Zwillingskrystallen wie Fig. 5 oder 6 lassen den Zwilling in ausgezeichneter Weise im polarisirten Lichte hervortreten, derselbe ist in idealer Form in Fig. 14 wiedergegeben. Die gegenüberliegenden Theile I und I, ebenso

II und II löschen gleichzeitig aus. Die thatsächliche Anordnung der Theile I und II zeigt Fig. 15, welche einen Schnitt durch einen Krystall vom Aussehen wie Fig. 6 vorstellt. Die Pfeile markiren die Auslöschungsrichtungen.

Der mittlere Brechungsindex wurde mittelst eines Prismas, dessen brechende Kante parallel der Orthoaxe und der optische Axenwinkel an einer Platte senkrecht zur spitzen Bisectrix, bestimmt. Die Beobachtungen im Natriumlicht ergaben:

| | | Hydroherderit: |
|---|---|---|
| vom Prisma: $\alpha = 22^0 55'$, $\delta = 14^0 24$, | daraus $\beta = 1,612$, | $\beta = 1,630$ |
| $2E_a = 128^0 25'$, | daraus $2V_a = 67^0 56'$ | $2V = 71^0 59'$ |
| $2H_a = 66 \quad 0$ | - $2V_a = 68 \quad 7$ | $2V = 71 \quad 59$ |

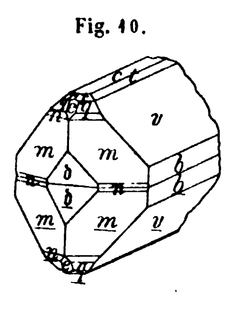
Die Doppelbrechung ist negativ, die Dispersion $\varrho > v$ und deutlich geneigt. Bertrand*) bestimmte die Brechungsindices wie folgt: $\alpha = 1,621$; $\beta = 1,612$; $\gamma = 1,592$. Den Winkel der optischen Axen hat Des Cloizeaux**) bestimmt. Die von ihm benutzte optische Platte ist ohne Zweifel aus einem Zwillingskrystalle geschnitten, da er angiebt, dass zu beiden Seiten der Bisectrix zwei Reihen Ringe sichtbar waren, dies ist leicht begreiflich, wenn man die Fig. 14 betrachtet, da ein Schnitt parallel dem Orthopinakoid ungefähr normal zu den Mittellinien sein würde. Er giebt für $2E$ für die inneren Hyperbeln $121^0 22'$, für die äusseren $130^0$, der wahre Werth sollte in der Mitte liegen.

Die optischen Eigenschaften zeigen uns demnach, dass durch die theilweise Substitution des Hydroxyls durch Fluor die Lage der optischen Elasticitätsaxen nicht wesentlich geändert wurde, dass aber der mittlere Brechungsexponent und der optische Axenwinkel vermindert wurde.

## Herderit von Auburn in Maine.

Der Herderit dieses Fundortes ist nach seinem Verhalten beim Erhitzen im Glasrohre ein Hydrofluor-Herderit.

Fig. 10.




Das Material ist ein sehr spärliches, und besteht nur aus einem Handstücke in der Bement'schen Sammlung und zwei Krystallen, dem Herrn T. Lamb in Portland, Maine, gehörig. Auf der Bement gehörigen Stufe befindet sich ein Krystall, welcher fast völlig farblos und durchsichtig ist, und die in Fig. 10 dargestellte Ausbildung besitzt. Er ist auf Albit und einen grösseren, aber unvollkommenen Herderit aufgewachsen und misst parallel $a$ 8 mm, $b$ 8 mm und $c$ 11 mm. Er ist ein Zwilling und lässt den einspringenden Winkel auf den

*) Bull. Soc. min. de France 1886, **9**, 142; diese Zeitschr. **11**, 191.
**) Ebenda 142; diese Zeitschr. **11**, 191.

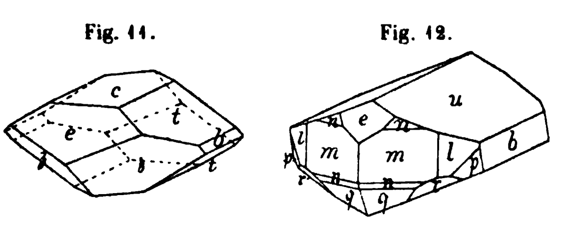
Flächen des Domas $\delta(\bar{3}01)$ erkennen, diese Form ist stark vicinal entwickelt und nur durch ihren Zonenverband *vm* und nicht durch Messungen bestimmt worden. Einige der grösseren Flächen sind matt und nicht zu Messungen geeignet, die Flächen von *m*, *n* und *q* sind dagegen, eine leichte Streifung parallel ihrer gemeinschaftlichen Schnittrichtung ausgenommen, sehr vollkommen und geben folgende Winkelwerthe:

| | | Stoneham-Herderit: | Hydroherderit: |
|---|---|---|---|
| *m* : *m* oberer Kryst. | 63° 53′ | 63° 39′ | 64° 29′ |
| *m* : *m* unterer - | 63 52 | 63 39 | 64 29 |
| *n* : *n* oberer - | 58 31 | 58 17½ | 58 59 |
| *n* : *n* unterer - | 58 30 | 58 17½ | 58 59 |
| *q* : *q* | 47 54 | 47 52 | 48 22 |
| *m* : *n* | 22 22 | 22 33 | 22 35 |
| *m* : *q* | 39 36½ | 39 42 | 39 39 |

Aus den Werthen *m* : *n* und *n* : *n*, welche zweifellos sehr gut sind, ist zu entnehmen, dass diese Varietät weniger Fluor enthält als jene von Stoneham, indem diese Werthe etwas grösser sind und sich jenen des Hydroherderits nähern. Die Herrn Lamb gehörigen Krystalle dieses Fundortes sind von gleicher Ausbildungsweise, aber nicht so vollkommen und zeigen keinen einspringenden Winkel.

## Herderit von Greenwood in Maine.

In dieser Gemeinde hat man an zwei Stellen Herderit gefunden. An einer Stelle einen Hydroherderit, welcher nur durch eine kleine Stufe in der Brush'schen Sammlung und einige Krystalle, im Besitze des Herrn G. Noyes in Norway in Maine, vertreten ist. Die Krystalle, welche 15 mm im Durchmesser erreichen, sind sehr flächenarm und zu Messungen nicht wohl brauchbar. Mit dem Anlegegoniometer wurden folgende Formen festgestellt: *b*{010}, *c*{001}, *t*{032} und 𝔷{$\bar{3}$64} $-\frac{3}{2}$P2. Die Ausbildungsweise veranschaulicht Fig. 11; 𝔷 ist nur an Krystallen dieses Fundortes beobachtet worden.




An einer zweiten Fundstelle dagegen fand sich ein Hydrofluorherderit, von welchem sich eine einzige Stufe im Besitze des Herrn Noyes befindet. Sie zeigt einige Krystalle, welche auf einem grossen Quarzkrystalle aufgewachsen sind; der grösste unter ihnen misst in den Richtungen der Axen *a* 9 mm, *b* 5 mm und *c* 3,5 mm, Habitus wie in Fig. 12. Die Krystalle sind zu Messungen nicht

besonders geeignet und durften auch nicht losgelöst werden. Mittelst Wachsabdrücken wurden folgende Formen festgestellt: *b*{010}, *m*{110}, *l*{120}, *e*{302}, *u*{011}, *n*{331}, $\mathfrak{n}$$\{\bar{3}31\}$, $\mathfrak{q}$$\{\bar{3}32\}$, $\mathfrak{r}$$\{\bar{1}21\}$2Ꝑ2 und $\mathfrak{p}$$\{\bar{3}91\}$ 9Ꝑ3. Die beiden letzten Formen wurden nur an Krystallen dieses Fundortes beobachtet, $\mathfrak{q}$, $\mathfrak{r}$ und $\mathfrak{p}$ sind gerundet, und gleichen die Krystalle hierin jenen von Paris, bei welchen die positiven Hemipyramiden ebenfalls gerundet und undeutlich sind.

## Herderit von Ehrenfriedersdorf, Sachsen.

Das Material von diesem Fundorte ist ausserordentlich selten und stand mir zur Untersuchung nicht zu Gebote. Es ist aber unzweifelhaft monoklin, und der rhombische Habitus der Krystalle ist das Resultat der Zwillingsbildung. Aus der optischen Beschreibung von Des Cloizeaux*) geht ohne jeden Zweifel hervor, dass er einen Zwillingskrystall unter den Händen hatte, da er angiebt, dass um die spitze Bisectrix drei Reihen von Ringsystemen zu beobachten waren. Für 2*E* giebt er 124° 35′, 123° 10′ und 122° 24′. Sein Axenverhältniss lässt erkennen, dass die chemische Zusammensetzung des Minerals eine zwischen der des Herderits von Stoneham und Paris gelegene ist.

**Folgerungen.** Wie wir gesehen haben, ist der Herderit von variabler Zusammensetzung und es erscheint angebracht, die verschiedenen Varietäten durch ein passendes Beiwort zu unterscheiden. Gerade so wie wir von Fluor-Apatit und Chlor-Apatit reden, so können wir auch Hydro-Herderit, Fluor-Herderit unterscheiden, die isomorphen Mischungen dagegen als Hydrofluor-Herderit bezeichnen. Die Axenverhältnisse und andere physikalische Eigenschaften ändern sich mit der chemischen Zusammensetzung und die in vorstehender Arbeit gegebenen Resultate sind ein weiterer Beitrag zur Kenntniss der Isomorphie des Fluors und Hydroxyls.

Fig. 13.

Im Folgenden sind die 29 Formen, welche an den Herderiten der verschiedenen Fundorte beobachtet wurden, zusammengestellt, die beigefügten Buchstaben bezeichnen die hervorragendsten Localitäten, nämlich: *A* Auburn, *E* Ehrenfriedersdorf, *P* Paris, *S* Stoneham, *G* Greenwood. Die Beziehungen der Formen zu einander sind aus der sphärischen Projection Fig. 13 ersichtlich.

*) loc. cit.

Pinakoide.

| | |
|---|---|
| $a\{100\}\infty P\infty$ | $E\ P$ |
| $b\{010\}\infty P\infty$ | $A\ P\ S\ G$ |
| $c\{001\}0P$ | $A\ E\ P\ S$ |

Prismen.

| | |
|---|---|
| $m\{110\}\infty P$ | $A\ E\ P\ S\ G$ |
| $l\{120\}\infty P2$ | $S\ G$ |
| $\mu\{130\}\infty P3$ | $S$ |

Orthodomen.

| | |
|---|---|
| $d\{101\}-P\infty$ | $S$ |
| $e\{302\}-\frac{3}{2}P\infty$ | $A\ P\ S\ G$ |
| $\mathfrak{e}\{\bar{3}02\}\frac{3}{2}P\infty$ | $S$ |
| $\mathfrak{b}\{\bar{3}01\}3P\infty$ | $A$ |

Klinodomen.

| | |
|---|---|
| $u\{011\}P\infty$ | $S\ G$ |
| $t\{032\}\frac{3}{2}P\infty$ | $A\ E\ P\ S$ |
| $v\{031\}3P\infty$ | $A\ P\ S$ |
| $s\{061\}6P\infty$ | $E\ P\ S$ |

Pyramiden.

| | |
|---|---|
| $r\{112\}-\frac{1}{2}P$ | $A\ P$ |
| $p\{112\}-P$ | $E\ S$ |
| $q\{332\}-\frac{3}{2}P$ | $A\ P\ S$ |

| | | | |
|---|---|---|---|
| $n\{331\}-3P$ | $A\ E\ P\ S\ G$ | $\mathfrak{n}\{\bar{3}31\}3P$ | $A\ S\ G$ |
| $o\{441\}-4P$ | $E$ | $\mathfrak{z}\{\bar{3}64\}\frac{3}{2}P2$ | $G$ |
| $k\{122\}-P2$ | $P$ | $\mathfrak{r}\{\bar{1}21\}2P2$ | $G$ |
| $w\{3.12.4\}-3P4$ | $P$ | $x\{\bar{3}62\}3P2$ | $S$ |
| $y?\left\{\begin{matrix}\{131\}-3P3\\ \{\bar{1}31\}3P3\end{matrix}\right\}$ | $S$ | $z\{\bar{3}94\}\frac{9}{4}P3$ | $P$ |
| $\mathfrak{q}\{\bar{3}32\}\frac{3}{2}P$ | $P\ S\ G$ | $\mathfrak{p}\{\bar{3}91\}9P3$ | $G$ |

Die Fundstellen dieses seltenen Minerals in Maine liegen alle nur wenige Meilen auseinander, Greenwood, Hebron, Paris und Stoneham liegen im Oxford County, während die angrenzende Stadtgemeinde Auburn im Androscoggin County gelegen ist. Diese Vorkommen haben etwas Gemeinsames mit jenem von Ehrenfriedersdorf, indem beide in Granit- und Gneissgebieten gelegen und mit Kassiterit, Topas und Beryll vergesellschaftet sind.

Der Herderit nähert sich bezüglich seiner Stellung im Mineralsysteme am meisten der monoklinen Wagnerit-Triplit-Triploidit-Gruppe. Zwischen den Axen $a$ und $b$ zeigt sich eine sehr innige Beziehung, während zwischen $c$ und $\beta$ dieselbe nicht so klar darliegt.

| | | $a : b : c$ | |
|---|---|---|---|
| Hydroherderit | $Ca(BeOH)PO_4$ | 0,6307 : 1 : 0,4274 | 89° 54′ |
| Hydrofluor-Herderit | $Ca(Be(OH.Fl))PO_4$ | 0,6206 : 1 : 0,4234 | sehr nahe 90° |
| | | $\frac{1}{2}a : b : c$ | |
| Wagnerit | $Mg(MgFl)PO_4$ | 0,6362 : 1 : 1,5059 | 71° 53′ |
| Triplit | $R(RFl)PO_4$ | ? ? ? | ? |
| Triploidit | $R(ROH)PO_4$ | 0,6190 : 1 : 1,4925 | 71° 46′ |
| Sarkinit | $Mn(MnOH)AsO_4$ | 0,6672 : 1 : 1,5154 | 62 13½ |

$R = Mn$ und $Fe$.

In dieser Gruppe vertreten einander Fluor und Hydroxyl isomorph, und bekanntlich ist der Triploidit das erste Mineral, an dem dieser Isomorphismus durch Brush und Dana*) aufgefunden wurde.

Zum Schlusse sei es mir noch gestattet, allen in der Arbeit genannten Herren, welche durch gütige Ueberlassung des in ihrem Besitze befindlichen Materials diese Arbeit ermöglichten, den besten Dank auch an dieser Stelle auszudrücken.

Mineral.-petrogr. Laboratorium
Sheffield Scientific School, Januar 1894.

---

*) Diese Zeitschr. 1878, 2, 542.

# VIII. Ueber die Isomorphie von Nitraten, Chloraten, Bromaten (Jodaten) zweiwerthiger Elemente.

Von

**Hermann Traube in Berlin.**

(Mit einer Textfigur.)

---

Nach der Entdeckung der Isodimorphie des chlorsauren und salpetersauren Natrons durch Mallard*) sind die Beziehungen der Nitrate zu den Chloraten, Bromaten, Jodaten eingehender untersucht worden**). Man hatte sich aber hierbei lediglich auf die Alkali- und Silbersalze beschränkt. Es schien nun von Interesse festzustellen, ob sich auch Mischkrystalle von Nitraten, Chloraten, Bromaten zweiwerthiger Elemente darstellen lassen. Bei den Metallsalzen war dies von vorn herein wahrscheinlich, weil die meisten der hierbei in Betracht kommenden chlor- (resp. brom-)sauren und salpetersauren Metallsalze den gleichen Wassergehalt, nämlich 6 Mol. $H_2O$ zeigen, wenn auch die Nitrate monoklin, die Chlorate und Bromate regulär krystallisiren. Die Erdalkalisalze hingegen unterscheiden sich bis auf das salpetersaure und chlorsaure Strontium meistens bezüglich ihres Krystallwassers.

Zum Vergleiche sind in nachstehender Tabelle die wichtigsten Nitrate, Chlorate, Bromate, Jodate mit ihrem Wassergehalte und ihrer Krystallform, soweit dieselbe bekannt ist, zusammengestellt***).

---

*) Mallard, Bull. soc. min. d. Fr. 1884, **7**, 349. Ref. diese Zeitschr. **11**, 654.

**) J. W. Retgers, Zeitschr. f. physikal. Chem. 1890, **5**, 452. Diese Zeitschr. **19**, 621.

***) Die Angaben sind entnommen aus C. F. Rammelsberg, Handbuch der krystallogr.-physikal. Chemie. Leipzig 1881; L. Gmelin, Handbuch d. anorgan. Chem., herausg. von R. Kraut, 6. Aufl.; Graham-Otto, Ausführl. Lehrbuch d. anorgan. Chemie, herausg. von A. Michaelis, 5. Aufl.

| Nitrate | Chlorate | Bromate | Jodate |
|---|---|---|---|
| $CaN_2O_6$ regulär-tetart.*) | — | — | — |
| $CaN_2O_6 + 4H_2O$ monoklin | $CaCl_2O_6 + H_2O$ monoklin | $CaBr_2O_6 + H_2O$ monoklin | $CaJ_2O_6 + 6H_2O$ rhombisch |
| $SrN_2O_6$ regulär-tetart. | $SrCl_2O_6$ rhombisch-hemimorph | — | $SrJ_2O_6$ ? |
| $SrN_2O_6 + 4H_2O$ monoklin | — | $SrBr_2O_6 + H_2O$ monoklin | — |
| $BaN_2O_6$ regul.-tetart. | — | — | — |
| — | $BaCl_2O_6 + H_2O$ monoklin | $BaBr_2O_6 + H_2O$ monoklin | $BaJ_2O_6 + H_2O$ monoklin (?) |
| $PbN_2O_6$ regul.-tetart. | — | — | $PbJ_2O_6$ ? |
| — | $PbCl_2O_6 + H_2O$ monoklin | $PbBr_2O_6 + H_2O$ monoklin | — |
| $MgN_2O_6 + 6H_2O$ monoklin | $MgCl_2O_6 + 6H_2O$ ? | — | $MgJ_2O_6 + 4H_2O$ monoklin |
| $ZnN_2O_6 + 6H_2O$ ? | $ZnCl_2O_6 + 6H_2O$ ? | $ZnBr_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $ZnJ_2O_6 + 2H_2O$ ? |
| $CuN_2O_6 + 6H_2O$ ? | $CuCl_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $CuBr_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $CuJ_2O_6 + H_2O$ ? |
| $Mn_2N_2O_6 + 6H_2O$ monoklin | — | — | $MnJ_2O_6$ ? |
| $CoN_2O_6 + 6H_2O$ monoklin | $CoCl_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $CoBr_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $CoJ_2O_6 + H_2O$ ? |
| $NiN_2O_6 + 6H_2O$ monoklin | $NiCl_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $NiBr_2O_6 + 6H_2O$ regulär | $NiJ_2O_6 + 6H_2O$ ? |
| — | — | — | $NiJ_2O_6 + H_2O$ ? |
| $FeN_2O_6 + 6H_2O$ ? | — | $FeBr_2O_6 + H_2O$ rhombisch (?) | — |
| $CdN_2O_6 + 4H_2O$ ? | $CdCl_2O_6 + 2H_2O$ ? | $CdBr_2O_6 + H_2O$ rhombisch (?) | $CdJ_2O_6$ ? |

Mischkrystalle wurden nur von salpetersaurem, chlorsaurem, bromsaurem Baryum, sowie salpetersaurem und chlorsaurem Strontium dargestellt und analysirt.

Die directe Trennung der Chlorsäure von der Salpetersäure bietet bekanntlich grosse Schwierigkeiten. Bei der Analyse der Mischkrystalle wurde zunächst Baryum resp. Strontium (letzteres in alkoholischer Lösung) mit $Na_2SO_4$ gefällt, dann nach der Methode von C. Stelling**) das Filtrat mit Eisenvitriol übersättigt, stark mit Kalilauge versetzt und in der vom Eisenhydroxyd abfiltrirten Flüssigkeit Chlor resp. Brom mit salpetersaurem Silber niedergeschlagen. Von einer directen Bestimmung der Salpetersäure wurde abgesehen und ihre Anwesenheit stets nur qualitativ festgestellt.

*) J. W. Retgers, diese Zeitschr. **21**, 257.

**) C. Stelling, Zeitschr. f. analyt. Chemie **6**, 34.

## Mischkrystalle von salpetersaurem und chlorsaurem Baryum.

Aus einer Lösung, welche gleiche Gewichtstheile $BaN_2O_6$ und $BaCl_2O_6$ enthielt, schieden sich reguläre Krystalle von der Form des Nitrats ab, welche die Zusammensetzung zeigten: 7 Mol. $BaN_2O_6$ + 1 Mol. $BaCl_2O_6$
87,5 % - 12,5 % -

| | Gefunden: | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| *Ba* | 51,45 | 51,43 | Spec. Gew. 3,343 |
| *Cl* | 3,12 | 3,33 | |
| *N* } berechn. | 9,29 | 9,20 | |
| *O* } | 36,05 | 36,04 | |
| | 99,91 | 100,00 | |

Die Mischkrystalle, meist Oktaëder mit Würfelflächen, sind optisch anomal, unter dem Mikroskope zeigten sie im senkrecht einfallenden Lichte Doppelbrechung und Feldertheilung. Krystalle mit einem grösseren Gehalte an $BaCl_2O_6$ konnten nicht dargestellt werden.

Aus einer Lösung, welche auf drei Gewichtstheile $BaCl_2O_6$ 1 $BaN_2O_6$ enthielt, schieden sich Krystalle von der Form des reinen wasserhaltigen Chlorats ab. Sie hatten die Zusammensetzung:

10 Mol. $BaCl_2O_6 + H_2O$ + 1 Mol. $BaN_2O_6 + H_2O$
89,9 % - 9,1 % -

| | Gefunden: | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| *Ba* | 42,99 | 43,07 | Spec. Gew. 3,091 |
| *Cl* | 20,11 | 20,29 | |
| *N* } berechnet | 0,85 | 0,80 | |
| *O* } | 30,10 | 30,18 | |
| $H_2O$ | 5,74 | 5,66 | |
| | 99,79 | 100,00 | |

Die höchstens millimetergrossen, haardünnen, wasserhellen Kryställchen zeigten leidliche Flächenbeschaffenheit, so dass das Axenverhältniss festgestellt werden konnte.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 1,14548 : 1 : 1,21597$; (1,146 : 1 : 1,2048 reines Chlorat nach
$\beta = 93^0 48' 6''$ $95^0$ Rammelsberg*)

Beobachtete Formen: {110}, {100}, {101}.

*) Rammelsberg, Handb. d. kryst.-physik. Chemie 1881, 1, 313.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(101) =$ | *41° 30′ | — |
| $(\bar{1}00):(\bar{1}01) =$ | *38 32 | — |
| $(101):(\bar{1}01) =$ | 99 50 | 99° 50′ |
| $(110):(1\bar{1}0) =$ | *97 38 | — |
| $(110):(100) =$ | 41 11 | 41 13 |

Die Krystalle sind stets in der Richtung der Verticalaxe stark ausgedehnt und stimmen in ihrem optischen Verhalten mit dem reinen Chlorat überein. Mischkrystalle mit einem grösseren Gehalte an $BaN_2O_6 + H_2O$ gelang es nicht darzustellen.

## Mischkrystalle von salpetersaurem und bromsaurem Baryum.

Aus einer Lösung, welche drei Gewichtstheile $BaN_2O_6$ auf 1 $BaBr_2O_6$ enthielt, schieden sich wasserfreie, reguläre Krystalle von der Form des reinen Nitrats ab von der Zusammensetzung:

16 Mol. $BaN_2O_6$ + 1 Mol. $BaBr_2O_6$
94,1 % - 5,9 % -

| | Gefunden: | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| Ba | 50,85 | 50,79 | Spec. Gew. 3,241 |
| Br | 3,39 | 3,50 | |
| N } berechnet | 9,80 | 9,81 | |
| O } berechnet | 35,71 | 35,72 | |
| | 99,75 | 100,00 | |

Diese Mischkrystalle, die meist Oktaëder und Würfel zeigten, liessen gleichfalls anomale Doppelbrechung und Feldertheilung erkennen. An $BaBr_2O_6$ reichere Mischkrystalle konnten nicht dargestellt werden.

Aus einer Lösung, welche gleiche Gewichtstheile $BaN_2O_6$ und $BaBr_2O_6$ enthielt, schieden sich wasserhaltige Krystalle von der Form des reinen Bromats ab, sie zeigten die Zusammensetzung:

21 Mol. $BaBr_2O_6 + H_2O$ + 1 Mol. $BaN_2O_6 + H_2O$
95,5 % - 4,5 % -

| | Gefunden: | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| Ba | 33,84 | 33,83 | Spec. Gew. 3,762 |
| Br | 37,49 | 37,71 | |
| N } berechnet | 0,36 | 0,31 | |
| O } berechnet | 23,72 | 23,71 | |
| $H_2O$ | 4,27 | 4,44 | |
| | 99,68 | 100,00 | |

Die kaum millimetergrossen Kryställchen gleichen vollständig den Mischkrystallen von $BaCl_2O_6 + H_2O$ und $BaN_2O_6 + H_2O$.

Krystallsystem: Monoklin.

$a:b:c = 0,15205 : 1 : 1,40242$; (1,1486 : 1 : 1,2136 reines Bromat nach
$\beta = 90^0 4' 49''$ $93^0 2'$ Marignac*)).

Beobachtete Formen: {110}, {100}, {101}.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(101) = | *39° 22′ | — |
| (100):(101) = | *39 18 | — |
| (101):(101) = | 101 20 | 101°26′ |
| (110):(110) = | *98 5 | — |
| (110):(100) = | 41 2 | 40 57 30″ |

Mischkrystalle mit einem höheren Gehalte an $BaN_2O_6 + H_2O$ konnten nicht erhalten werden.

## Mischkrystalle von salpetersaurem und chlorsaurem Strontium.

Aus einer Lösung, welche gleiche Gewichtstheile salpetersaures und chlorsaures Strontium enthielt, schieden sich reguläre Krystalle der Zusammensetzung ab:

14 Mol. $SrN_2O_6$ + 1 Mol. $SrCl_2O_6$
92,8 % - 7,2 % -

| | Gefunden: | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| Sr | 40,59 | 40,68 | |
| Cl | 2,09 | 12,22 | Spec. Gew. 3,011 |
| N } berechnet | 12,24 | 2,21 | |
| O } berechnet | 44,78 | 44,89 | |
| | 99,70 | 100,00 | |

Die Mischkrystalle, Oktaëder mit Würfel, sind ebenfalls optisch anomal und zeigen Doppelbrechung und Feldertheilung. An $SrCl_2O_6$ reichere reguläre Mischkrystalle liessen sich nicht darstellen.

Aus einer Lösung, welche fünf Gewichtstheile $SrCl_2O_6$ auf ein Gewichtstheil $SrN_2O_6$ enthielt, schieden sich Krystalle von der Form des reinen wasserfreien Chlorats ab, sie besassen die Zusammensetzung:

6 Mol. $SrCl_2O_6$ + 1 Mol. $SrN_2O_6$
83,3 % - 16,7 % -

*) Marignac, Ann. d. mines (5), 12.

| | Gefunden: | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| Sr | 35,04 | 35,10 | |
| Cl | 24,39 | 24,55 | Spec. Gew. 3,11 |
| N } berechnet | 1,66 | 1,62 | |
| O } berechnet | 38,66 | 38,73 | |
| | 100,75 | 100,00 | |

Die 1—2 mm grossen wasserhellen Krystalle zeigten leidlich gute Flächenbeschaffenheit.

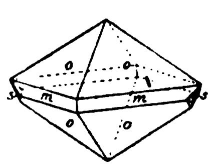
Krystallform: Rhombisch-hemimorph.

$a : b : c = 0,9166 : 1 : 0,5985$. (0,9174 : 1 : 0,5997 am reinen Chlorat berechnet von Rammelsberg nach den Winkelangaben von Topsöe*)).

Beobachtete Formen: $o\{111\}$, $s\{13\bar{1}\}$, $m\{110\}$.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | *53° 14′ | — |
| $(111):(11\bar{1})$ = | *96 55 | — |
| $(111):(\bar{1}11)$ = | 58 35 | 58° 31′ 28″ |
| $(11\bar{1}):(13\bar{1})$ = | 29 39 | 29 45 4 |
| $(13\bar{1}):(1\bar{3}\bar{1})$ = | — | 112 44 8 |
| $(13\bar{1}):(\bar{1}3\bar{1})$ = | 35 21 | 35 15 8 |
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | 83 56 | 84 1 |

Die Krystalle sind, ebenso wie es Topsöe an den Krystallen des reinen Chlorats beobachtet hat, ausgezeichnet hemimorph in der Richtung der Verticalaxe, die Pyramide $s\{13\bar{1}\}$ tritt immer nur unten auf, die flächenreichsten Krystalle zeigen die in beistehender Figur gezeichnete Form. Häufig fehlt das Prisma, dann ist auch die Pyramide $s\{13\bar{1}\}$ meist grösser ausgebildet.




Das pyroëlektrische Verhalten der Substanz, welches bisher noch nicht ermittelt worden war, wurde mittelst des Kundtschen Bestäubungsverfahrens bei Abkühlung untersucht, es wurden als Untersuchungsmaterial sowohl die reine Substanz, als auch Mischkrystalle verwandt. Die pyroëlektrische Erregbarkeit ist recht stark, eine kurze Erwärmung auf 100° genügt, um die elektrische Erregung hervorzurufen, der analoge Pol liegt am flächenreicheren Ende des Krystalles, an dem die Pyramide $s\{13\bar{1}\}$ auftritt. Die Flächen $(111)$, $(1\bar{1}1)$, $(\bar{1}11)$, $(\bar{1}\bar{1}1)$ sind positiv erregt, die Flächen $(11\bar{1})$, $(1\bar{1}\bar{1})$, $(\bar{1}1\bar{1})$, $(\bar{1}\bar{1}\bar{1})$ negativ; das Prisma und meist auch die Flächen der Pyramide $\{13\bar{1}\}$, wenn sie, wie in oben stehender Figur klein ausgebildet sind, zeigen keine elektrische Erregung.

*) Topsöe, Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1872, 66, 33.

An $SrN_2O_6$ reichere rhombische Mischkrystalle konnten nicht erhalten werden.

Ob sich auch dem Hydrat $SrN_2O_6 + 4H_2O$ entsprechende Mischkrystalle von $SrN_2O_6 + 4H_2O$ und $SrCl_2O_6 + 4H_2O$ bilden können, wurde nicht festgestellt.

Aus den vorstehenden Untersuchungen ergiebt sich also, dass die Verbindungen

$BaCl_2O_6$, $BaBr_2O_6$, $BaN_2O_6$
$BaCl_2O_6 + H_2O$, $BaBr_2O_6 + H_2O$, $BaN_2O_6 + H_2O$

Mischkrystalle bilden können, und dass die Verbindungen $SrCl_2O_6$ und $SrN_2O_6$ isodimorph sind.

Die Verbindungen $BaCl_2O_6$, $BaBr_2O_6$, $BaN_2O_6 + H_2O$ sind krystallisirt nicht im freien Zustande bekannt, es lässt sich daher nicht feststellen, ob $BaBr_2O_6$, $BaN_2O_6$ und $BaCl_2O_6 + H_2O$, $BaBr_2O_6 + H_2O$, $BaN_2O_6 + H_2O$ isomorph oder isodimorph sind. Es gelang nicht entwässerte und daher undurchsichtige Krystalle der Verbindungen $BaCl_2O_6 + H_2O$ resp. $BaBr_2O_6 + H_2O$ in Oel aufzuhellen und die Krystallform des wasserfreien Salzes auf optischem Wege zu ermitteln, wie es F. Rinne*) bei einigen Zeolithen möglich war.

Die Mischbarkeit der untersuchten Verbindungen ist nicht sehr gross.

Reguläre Mischkrystalle von $BaN_2O_6$ und $BaCl_2O_6$ enthalten höchstens 12,5 % $BaCl_2O_6$.

Reguläre Mischkrystalle von $BaN_2O_6$ und $BaBr_2O_6$ enthalten höchstens 5,9 % $BaCl_2O_6$.

Monokline Mischkrystalle von $BaN_2O_6 + H_2O$ und $BaCl_2O_6 + H_2O$ enthalten höchstens 9,1 % $BaN_2O_6 + H_2O$.

Monokline Mischkrystalle von $BaN_2O_6 + H_2O$ und $BaBr_2O_6 + H_2O$ enthalten höchstens 4,5 % $BaN_2O_6 + H_2O$.

Reguläre Mischkrystalle von $SrN_2O_6$ und $SrCl_2O_6$ enthalten höchstens 7,2 % $SrCl_2O_6$.

Rhombische Mischkrystalle von $SrN_2O_6$ und $SrCl_2O_6$ enthalten höchstens 16,7 % $SrN_2O_6$.

Die Darstellung grösserer Mengen von chlor- oder bromsauren Metallsalzen bot Schwierigkeiten, indem diese sich oft aus nicht aufgeklärten Ursachen in Lösung zersetzen und nicht zur Krystallisation gebracht werden konnten. Um daher festzustellen, ob die mit 6 Mol. $H_2O$ krystallisirenden Metallsalze der Salpeter-, Chlor- und Bromsäure isodimorph sind, wurde die zuerst von J. W. Retgers**) angewandte Methode des Nachweises durch

---

*) F. Rinne, diese Zeitschr. **21**, 410.

**) J. W. Retgers, Zeitschr. f. phys. Chem. 1891, 8, 6. Diese Zeitschr. **22**, 597.

Darstellung farbiger Mischkrystalle benutzt. Zur Anwendung gelangte das tief roth gefärbte monokline Salz $CoN_2O_6 + 6H_2O$ und die farblose reguläre Verbindung $ZnBr_2O_6 + 6H_2O$. Es bildeten sich theils reguläre, theils monokline Mischkrystalle, deren Farben alle Uebergänge erkennen liessen. Die regulären Mischkrystalle zeigten starke anomale Doppelbrechung und meist deutliche Feldertheilung. Marbach*) giebt an, dass auch die reinen bromsauren Metallsalze mit $6H_2O$, z. B. das Kobaltsalz, stark auf das polarisirte Licht wirken, gleichsam als ob Lamellen einer doppeltbrechenden Substanz beigemengt seien, welche die Circularpolarisation, falls eine solche vorhanden ist, verdecken. Ich habe sowohl $CoBr_2O_6 + 6H_2O$ als auch $MgBr_2O_6 + 6H_2O$, $ZnBr_2O_6 + 6H_2O$, $NiBr_2O_6 + 6H_2O$ in chemisch reinen Krystallen durch Umsetzung von bromsaurem Baryum mit den Sulfaten der entsprechenden Metalle dargestellt und in bis 2 cm grossen oktaëdrischen Krystallen erhalten, welche weder Circularpolarisation, noch die geringste Spur anomaler Doppelbrechung erkennen liessen. Die von Marbach beobachtete Lamellarpolarisation ist daher wohl auf den Umstand zurückzuführen, dass die untersuchten Krystalle chemisch nicht ganz rein waren.

Herrn Geheimrath Prof. Dr. Klein bin ich für die Freundlichkeit, mit welcher er mir gestattete vorstehende Untersuchungen im chemischen Laboratorium des mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Berlin auszuführen, zu bestem Danke verpflichtet.

Berlin, März 1894.

---

*) Marbach, Pogg. Ann. 1855, **94**, 114; 1856, **99**, 465.

# IX. Phosgenit von Monteponi.

Von

V. Goldschmidt in Heidelberg.

(Hierzu Taf. III und 1 Textfigur.)

---

Im Folgenden erlaube ich mir die Beobachtungen an einer Reihe ausgezeichneter Phosgenitkrystalle von Monteponi mitzutheilen, die ich, wie die ersten*), der Güte meines Freundes Erminio Ferrario verdanke.

**Krystall Nr. 1** (Fig. 1). Höhe 25 mm, Dicke 10 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen:

| $b$ | $m$ | $u$ | $o$ | $x$ | $w^*$ | $s$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $\infty 0$ | $\infty$ | $2\infty$ | $2\,0$ | $1$ | $2$ | $2\,1$ |
| {100} | {110} | {210} | {201} | {111} | {221} | {211} |

Einzelflächen:

$. \, b^2 b^3 \, .$ $\quad m^1 m^2 m^3 m^4 \quad u^1\,{}^1u\; u^2\,{}^2u\; u^3\,{}^3u\; u^4\,{}^4u$

$o^1 o^2 . o^4 \quad x^1 x^2 x^3 x^4 \quad w^1 w^2 w^3 w^4 \quad s^1\,{}^1s \; . \; {}^2s \; . \; {}^3s\; s^4\,{}^4s$

**w = 2{221}.** Neue Form. Ihre Flächen glatt und glänzend geben einheitlichen Reflex. Die Messung ergab:

| | Gemessen: | | Berechnet: | |
|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | $\varrho$ | $\varphi$ | $\varrho$ |
| für $w^1$: | 44° 58′ | 72° 2′ | 45° | 72° 1′ |
| - $w^2$: | 134 54 | 72 2 | 135 | |
| - $w^3$: | —134 59 | 71 58 | —135 | |
| - $w^4$: | —45 0 | 71 58 | —45 | |

Für die Rechnung wurde hier wie im Folgenden angenommen:

$$p_0 = 1,0889 \qquad \text{tg}\, p_0 = 0,03700.$$

---

*) Vergl. diese Zeitschr. 1893, **21**, 321. Die Nummern der Krystalle schliessen an die der ersten Mittheilung an.

Der Krystall ist wundervoll ausgebildet und eignet sich deshalb zur Bestimmung des Elementes $p_0$. Die hierfür brauchbaren Messungen sind:

| | $\varphi$ | $\varrho$ |
|---|---|---|
| für die $s$: | $26^0 32',8$ | $67^0 39'$ |
| | 32,2 | 40 |
| | 36,2 | 41 |
| | 28,8 | 39 |
| | 32,8 | 36 |
| | 34,8 | 44 |
| Mittel: | $26^0 32',9$ | $67^0 40'$ |
| Daraus für $s = 21$: | | |
| $p_0 = 1,0880$ (6 Mess.) | | |
| 1,0888 (6 - ) | | |

| | $\varphi$ | $\varrho$ | |
|---|---|---|---|
| für $o^1$: | $90^0 0'$ | $65^0 20',5$; | $o^2 o^4$ waren nicht gut ausgebildet $p_0 = 1,0892$ (1 Mess.) |
| - die $x$: | $44^0 58',8$ | $57^0 1',5$ | Mittel: $44^0 59',3$; $57^0 0',5$. |
| | 58,8 | 56 59,5 | für $x = 1$: $p_0 = 1,0890$ (4 Mess.) |
| | 45 0,2 | 59,5 | 1,0897 (4 - ) |
| | 44 59,2 | 57 2 | |
| - die $w$: | $44^0 59',8$ | $71^0 57',5$ | Mittel: $44^0 57',8$; $72^0$ |
| | 58,8 | 58 | für $w = 2$: $p_0 = 1,0874$ (4 Mess.) |
| | 54,2 | 72 2 | 1,0888 (4 - ) |
| | 58,2 | 2 | |

Gesammtmittel aus 29 Messungen:

$$p_0 = 1,0886.$$

Das stimmt gut mit der früheren Bestimmung*).

**Krystall Nr. 5** (Fig. 2). Höhe 4 mm, Dicke 12 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: $c\ b\ m\ u\ o\ x\ w\ s$.

Einzelflächen:

$c \quad b^1 b^2 . b^4 \quad m^1 . . m^4 \quad u^1\, {}^1u\, u^2\, {}^2u\, .\, {}^3u\, u^4\, {}^4u$

$x^1 x^2 . x^4 \quad . . . w^4 \quad s^1\, {}^1s\, s^2 \, . . . . \, {}^4s$

Bemerkenswerth ist die am vorigen Krystalle als neu bestimmte Form $w = 2\{221\}$. Der folgende Krystall hat ebenfalls eine einzelne $w$-Fläche.

**Krystall Nr. 6** (Fig. 3). Höhe 18 mm, Dicke 17 mm. Wasserhell, prachtvoll glänzend, an beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: $c\ b\ m\ u\ o\ x\ w\ s$.

Einzelflächen:

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $b^1 . b^3 .$ | $m^1 m^2 . .$ | | $u^1\,{}^1u\; u^2\,{}^2u\; u^3\,{}^3u\; u^4 .$ |
| oben: | $c$ | $o^1 o^2 . o^4$ | $x^1 x^2 x^3 x^4$ | | $s^1\,{}^1s\; s^2\,{}^2s\; s^3\,{}^3s\; s^4\,{}^4s$ |
| unten: | $\underline{c}$ | $\underline{o}^1 . . \underline{o}^4$ | $\underline{x}^1 . \underline{x}^3 \underline{x}^4$ | $\underline{w}^3$ | $\underline{s}^1\,{}^1\underline{s} \;. \;. \;\underline{s}^3\,{}^3\underline{s}\; \underline{s}^4\,{}^4\underline{s}$ |

Der Krystall liefert nichts Neues. Er ist aber ausgezeichnet durch die gleichmässige Ausbildung der Flächen. Auch die $s$ im Gleichgewicht. Von Hemiëdrie nichts zu bemerken. Man könnte ihn einen Normalkrystall nennen.

**Krystall Nr. 7** (Fig. 4). Im Besitz der Münchener Staatssammlung. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: $c\ m\ u\ e\ x$.

Einzelflächen: $c \quad m^1 m^2 m^3 m^4 . {}^1u . {}^2u\, u^3\, {}^3u\, u^4\, {}^4u \quad e^1 e^2 e^3 . . x^4$

---

*) Diese Zeitschr. 1893, **21**, 327.

Der Habitus ist bestimmt durch das Herrschen von *cm* mit dem nicht gewöhnlichen *e*. *x* tritt nur mit einer schmalen Fläche auf. Für die Streifung an den Kanten *em* gelang keine Flächenbestimmung. Es ist wohl eine Anlage zur Bildung der *s*, die hier fehlen.

**e = 10{101}** ist für Monteponi neu. Die Messung ergab:

| | Gemessen: | | Berechnet: | |
|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | $\varrho$ | $\varphi$ | $\varrho$ |
| für $e^1$: | —0° 53′ | 46° 55′ | 0° | 47° 26′ |
| - $e^2$: | 90 7 | 47 34 | 90 | |
| - $e^3$: | 179 28 | 47 18 | 180 | |

Besser ausgebildet sind die *e*-Flächen an Krystall Nr. 11. Dort stimmen auch Messung und Rechnung genauer überein.

**Krystall Nr. 8** (Fig. 5). Höhe 15 mm, Dicke 13 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u o x s*.

Einzelflächen:

$c\, b^1\, b^2 . . m^1\, m^2 . . u^1\, {}^1u\; u^2\, {}^2u . . u^4\, {}^4u \quad o^1 o^2 . . x^1 . . x^4 \quad s^1\, s^2$

Der Krystall ist ausgezeichnet durch Dominiren der hemiëdrisch ausgebildeten *s*. Die *s* sind zart gestreift nach der Kante $x^1 s^1 b^1$ resp. $s^2 b^2$. Diese Streifung ist charakteristisch. Sie verläuft nach einer der wichtigsten Zonen des Phosgenits.

**Krystall Nr. 9** (Fig. 6). Höhe 21 mm, Dicke 13 mm. An beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u o x s*.

Einzelflächen: $b^1 b^2 b^3 \; . \; . \; m^2 \; . \; . \; u^1\, {}^1u\; u^2\, {}^2u\; u^3 \; . \; . \; .$

oben: $c \; . \; o^2 \; . \; . \; x^1 x^2 x^3 \; . \; s^1 \; . \; s^2 \; . \; s^3 \; . \; . \; .$

unten: $\underline{c} \; . \; . \; . \; . \; . \; . \; \underline{x}^3 \underline{x}^4 \; . \; . \; . \; . \; \underline{s}^3\, {}^3\underline{s} \; . \; {}^4\underline{s}$

Bemerkenswerth ist die Ausbildung der *s*-Flächen. Oben $s^1 s^2 s^3$, unten ${}^3s\, {}^4s$, der trapezoëdrischen Hemiëdrie gemäss. Ihr Alterniren mit den *x* giebt diesen die einseitige Streifung, die wir auch bei Krystall 8 fanden. Nur unten ein kleines $\underline{s}^3$. Es hat aber anderen Charakter, indem weder es selbst, noch ein *x* mit ihm oscillirend gestreift ist. Prismen und Basis sind verkürzt durch die dominirenden *xs*-Flächen.

**Krystall Nr. 10** (Fig. 7). Höhe 15 mm, Dicke 15 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u o x s*.

Einzelflächen: $c\, b^1 b^2 b^3 b^4 \quad m^1 m^2 m^3 m^4 \quad u^1\, {}^1u\; u^2\, {}^2u\; u^3\, {}^3u\; u^4\, {}^4u$

$. \; o^2 o^3 \; . \quad x^1\; x^2\; x^3\; x^4 \quad s^1\; s^2\; s^3\; s^4\; {}^1s\; {}^2s \; . \; .$

Ausbildung hemiëdrisch. Die Flächen $s^1 s^2 s^3 s^4$ gross, nach Zone $x^1 s^1 b^1$ resp. $x^2 s^2 b^2$ gestreift, $s^1 s^2$ dagegen klein und ohne Streifung, $s^3 s^4$ fehlend.

**Krystall Nr. 11** (Fig. 8). Höhe 30 mm, Dicke 19 mm. An beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u o e x s*.

Einzelflächen:

$b^1 b^2 b^3 \;.\;.\; m^2 \;.\;.\; u^1\, {}^1u\, u^2\, {}^2u\, u^3 \;.\;.\; {}^4u$

oben: $c\; e^1 e^2 e^3 e^4\; o^1 o^2 o^3 o^4\; s^1\, {}^1s\, s^2\, {}^2s\, s^3\, {}^3s \;.\; {}^4s \quad x^1 x^2 x^3 x^4$

unten: $\underline{c}\; \underline{e}^1 \;.\;.\;.\; \underline{o}^1 \;.\; \underline{o}^3 \underline{o}^4 \;.\;.\; \underline{s}^2\, {}^2\underline{s}\, \underline{s}^3\, {}^3\underline{s}\, \underline{s}^4\, {}^4\underline{s} \quad .\; \underline{x}^2 \underline{x}^3 \underline{x}^4$

Der spitzpyramidale Habitus ist bewirkt durch das Herrschen der *x* mit *s* und *o.e* die Kleinheit der Basis *c*.

e = 10{010} schärfer ausgebildet als bei Krystall 7. Sie geben folgende Messungen:

| | Gemessen: | | Berechnet: | |
|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | $\varrho$ | $\varphi$ | $\varrho$ |
| $e^1$: | 0°43′ } 0 6 | 47°14′ 47 22 | 0° | 47°26′ |
| $e^2$: | 90 11 | 47 23 | 90 | |
| $e^3$: | 180 0 | 47 37 | 180 | |
| $e^4$: | —89 48 | 47 22 | —90 | |
| $\underline{e}^1$: | 180 0 | 132 31 | 180 | 132 34 |

**Krystall Nr. 12** (Fig. 9). Höhe 19 mm, Dicke 19 mm. An beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u o e f* x s g** (*h* ?).

Einzelflächen:

$b^1 b^2 b^3 b^4 \quad m^1 \;.\;.\;.\; u^1\, {}^1u\, u^2\, {}^2u\, u^3\, {}^3u\, u^4\, {}^4u$

oben: $c\; o^1 o^2 o^3 \;.\; x^1 x^2 x^3 \;.\; s^1 s^2 s^3 \;.\; {}^1g\, {}^2g\, {}^3g\, {}^4g$ $({}^1h\, {}^2h\, {}^3h\, {}^4h$ ?)

unten: $c\; \underline{o}^1 \underline{o}^2 \underline{o}^3 \underline{o}^4 \quad \underline{x}^1 \underline{x}^2 \underline{x}^3 \underline{x}^4 \quad {}^1\underline{s}\, {}^2\underline{s}\, {}^3\underline{s}\, {}^4\underline{s} \quad \underline{g}^1 \underline{g}^2 \underline{g}^3 \underline{g}^4$ $(\underline{h}^1 \underline{h}^2 \underline{h}^3 \underline{h}^4$ ?)

$\underline{e}^2 \quad \underline{e}^4 \quad \underline{f}^1 \underline{f}^2 \underline{f}^3 \underline{f}^4$

Neu sind $f = \frac{2}{3}0\,\{203\}$, $g = 3\frac{1}{2}\,\{612\}$ und $h = 4\,1\,\{411\}$ (?). Letzteres unsicher.

$\mathbf{f} = \frac{2}{3}0\{203\}$. Mit vier Flächen ausgebildet. Klein, aber eben, guten Reflex gebend. Die Messung gab:

| | Gemessen: | | Berechnet: | |
|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | $\varrho$ | $\varphi$ | $\varrho$ |
| $\underline{f}^1$: | 180°2′ | 144°7′ | 180° | 144°1′ |
| $\underline{f}^2$: | —90 0 | 144 3 | —90 | |
| $\underline{f}^3$: | 0 0 | 144 5 | 0 | |
| $\underline{f}^4$: | 90 1 | 144 3 | 90 | |

Die Uebereinstimmung zwischen Messung und Rechnung ist sehr gut. Das Symbol gesichert.

**g.** = **3½{612}** mit dem unsicheren **h** = **41{411}** (?) ist eine eigenthümliche, nicht leicht zu deutende Form. Die $g$-Flächen sind neben $c$ die bei Weitem grössten am Krystalle und beherrschen den Habitus. Ihre Vertheilung entspricht der trapezoëdrischen Hemiëdrie oben ${}^1g\,{}^2g\,{}^3g\,{}^4g$, unten $\underline{g}^1\,\underline{g}^2\,\underline{g}^3\,\underline{g}^4$. Alle acht $g$-Flächen sind in gleicher Weise uneben, während die übrigen Flächen eben sind. Ihr Reflex und Projection ist nicht ein Punkt, sondern ein mandelförmiger Zug. In einer späteren Abhandlung (Discussion krummer Flächen) soll eine eingehendere Discussion dieser Gebilde versucht werden. Nach ihr erscheint mir das Symbol $g = 3\frac{1}{2}$ als gesichert, $h = 41$ als wahrscheinlich, aber nicht sicher.

Die Einzelflächen $s$ entsprechen ebenfalls der trapezoëdrischen Hemiëdrie: oben $s^1 s^2 s^3$, unten ${}^1\underline{s}\,{}^2\underline{s}\,{}^3\underline{s}\,{}^4\underline{s}$. Dieser Krystall ist einer der besten Belege für diese Hemiëdrie.

**Krystall Nr. 13** (Fig. 10). Höhe 14 mm, Dicke 12 mm. An beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: $c\ b\ m\ u\ o\ x\ s\ g$.

Einzelflächen:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | $.\ b^2 b^3 b^4$ | $m^1 m^2\ .\ m^4$ | $u^1\,{}^1u\ u^2\,{}^2u\ u^3\,{}^3u\ u^4\,{}^4u$ | |
| oben: | $c$ | $o^1 o^2 o^3\ .$ | $x^1 x^2\ .\ x^4$ | $s^1\,{}^1s\ s^2\,{}^2s\ s^3\ .\ s^4\,{}^4s$ | ${}^1g\ .\ .\ {}^4g$ |
| unten: | $c$ | $.\ \underline{o}^2 \underline{o}^3 \underline{o}^4$ | $.\ \underline{x}^2 \underline{x}^3 \underline{x}^4$ | $.\ .\ \underline{s}^2\,{}^2\underline{s}\ \underline{s}^3\,{}^3\underline{s}\ \underline{s}^4\ .$ | $.\ \underline{g}^2\ \underline{g}^3\ \underline{g}^4$ |

Der Krystall ist dem vorigen ähnlich. Ebenfalls ausgezeichnet durch die grossen Trapezoëderflächen $g$. Diese folgen streng der trapezoëdrischen Hemiëdrie. Die Ausbildung der $g$-Flächen ist die gleiche wie bei Krystall Nr. 12. Auch liefern sie den gleichen Reflexzug. Die Wiederholung der Erscheinung ist eine wichtige Bestätigung.

Die $s$-Flächen sind hier vollzählig ausgebildet. Die Hemiëdrie äussert sich bei ihnen nur darin, dass die $s^r$ wesentlich grösser sind als die ${}^ls$.

**Krystall Nr. 14** (Fig. 11). Höhe 10 mm, Dicke 21 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: $c\ b\ m\ u\ o\ x\ s\ g\ (h\ ?)\ q^*$.

Einzelflächen: $c.\,b^1 b^2\ .\ .\ \ m^2\ .\ .\ u^1\,{}^1u\ u^2\,{}^2u\ .\ u^4\,{}^4u$

$o^1 o^2 o^3 o^4\ \ x^1 x^2 x^3 x^4\ \ s^1 s^2 s^3\ .\ {}^1s\ .\ {}^3s\ .\ {}^1g\ .\ {}^3g\,{}^4g\,{}^1q$

Der Krystall ist dem vorigen ähnlich. Die für die Hemiëdrie charakteristischen $g$ von derselben Ausbildung wie bei Nr. 12 und 13, nur kleiner. Sie liefern denselben Reflexzug, der über das zweifelhafte $h$ von $o$ nach $u$ hinüberführt. Die $s^2$ sind auch hier wesentlich grösser als die ${}^1s$.

**q** = **¾1{322}** ist eine neue Form. Sie erscheint nur mit einer Fläche und diese ist schmal und erlaubt nur eine Schimmermessung. Die Messung ergab:

$\varphi\,\varrho = 57^0\,46', \; 63^0\,59'$; berechnet $56^0\,19', \; 63^0$.

Trotz der grossen Differenz zwischen Messung und Rechnung halte ich die Form für gesichert, da sie an einem anderen, hier nicht beschriebenen und gezeichneten Krystall wiedergefunden wurde. Dort gab die Messung

$$\varphi\,\varrho = 56^0\,13', \; 62^0\,33'.$$

Die Zone ${}^1s\,{}^1q\,x^1$ ist mit Sicherheit zu erkennen.

**Krystall Nr. 15** (Fig. 12). Höhe 10 mm, Dicke 9 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u k* o x w*.

Einzelflächen: $c\,b^1 b^2\,.\,b^4 \quad m^1\,.\,m^3 m^4 \quad u^1\,{}^1u\,u^2\,.\,.\,{}^3u\,u^4\,{}^4u\,{}^1k$
$.\,o^2\,.\,o^4 \quad x^1 x^2 x^3\,. \quad w^1$

**k** $= \frac{8}{5}\infty$ {850} ist neu. Nur eine Fläche. Diese jedoch eben, scharf begrenzt, einheitlichen Reflex gebend. 3 mm lang, 1,2 mm breit. Das Symbol erscheint gesichert. Die Messung ergab:

$\varphi\,\varrho = 58^0\,10', \; 89^0\,42'$; berechnet: $58^0, \; 90^0$.

**Krystall Nr. 16** (Fig. 13). Höhe 14 mm, Dicke 9 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u ϑ* o x w s*.

Einzelflächen: $c\,b^1 b^2 b^3 b^4 \quad m^1 m^2 m^3 m^4 \quad u^1\,{}^1u\,u^2\,{}^2u\,u^3\,{}^3u\,u^4\,{}^4u$
${}^1\vartheta\,.\,\vartheta^2\,{}^2\vartheta\,.\,{}^3\vartheta\,\vartheta^4\,.$
$o^1 o^2 o^3 o^4 \; x^1 x^2 x^3 x^4 \; w^1\,.\,.\,.\,s^1\,{}^1s\,s^2\,{}^2s\,s^3\,{}^3s\,s^4\,{}^4s$

Der Habitus, spitz pyramidal mit ganz kleiner Basis, ist ähnlich dem von Krystall Nr. 11.

$\vartheta = 5\infty$ {510} ist eine neue Form. Die fünf beobachteten Einzelflächen ergaben folgende Messungen:

| | Gemessen | | Berechnet | | Beschaffenheit |
|---|---|---|---|---|---|
| | $\varphi$ | $\varrho$ | $\varphi$ | $\varrho$ | |
| ${}^1\vartheta$ | 79° 0′ | 89° 55′ | 78° 44′ | 90° | *Fl.* breit. Reflex verbreitert. Einstellung auf hellste Stelle. |
| $\vartheta^2$ | 101 28 | ca. 90° | 101 19 | | *Fl.* breit, lichtstark. Refl. etwas verbreitert. |
| ${}^2\vartheta$ | 168 3 | ca. 90 | 168 41 | | *Fl.* breit und matt. Einzelreflex im Zuge. |
| ${}^3\vartheta$ | —99° 55′ | 89° 56′ | —101° 19 | | *Fl.* breit und lichtstark. Reflex im Zonenzuge etwas gedehnt. |
| | —100 46 | 89 29 | | | |
| $\vartheta^4$ | —78 43 | 89 41 | —78 41 | | *Fl.* breit und matt. Guter Einzelreflex im Zonenzuge. |

Am besten ausgebildet ist $\vartheta^4$. Die Uebereinstimmung von Messung und Rechnung ist befriedigend, das Symbol sicher.

**Krystall Nr. 17** (Fig. 14). Höhe 5 mm, Dicke 15 mm. An beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c b m u f e o x s*.

Einzelflächen: $b^1 b^2 b^3$ . $m^1 m^2$ . . $u^1\,{}^1u\; u^2\,{}^2u$ . . ${}^4u$

oben: $c\; o^1 o^2 o^3$ . $e^1 e^2$ . . $f^1 f^2 f^3$ . $s^1 s^2$ .

unten: $\underline{c}$ . . $\underline{o}^5 \underline{o}^4$ . . $\underline{e}^3 \underline{e}^4$ . . $\underline{f}^3\; \underline{s}^3$ . $\underline{s}^4$ .

Der tafelförmige Habitus ist hervorgebracht durch das Dominiren der Basis *c* und der Domen *e*. Interessant sind die nicht häufigen Flächen $f = \frac{2}{3}0\,(203)$. Sie fanden sich auch an Krystall Nr. 12. Von den *f*-Flächen sind am besten $f^2$ und $\underline{f}^3$ ausgebildet. Für sie ergab die Messung

$f^2$: $\varphi\varrho = 89^0 56'$, $35^0 38'$ berechnet $90^0$, $35^0 59'$
$\underline{f}^3$: 0 1, 144 20 - 0, 144 1

Die beiden anderen *f*-Flächen gestatten nur Schimmermessungen. Deren Mittel ergab:

$f^1$: $\varphi\varrho = -0^0\ 2'$, $36^0 37'$ berechnet $0^0$, $35^0 59'$
$f^3$: 179 54, 35 26 - 180, 35 59

Die *s* sind sehr schmal. Der Ausfall einiger (ausser durch Bruch) ist unregelmässig ohne Beziehung zur Hemiëdrie.

**Krystall Nr. 18** (Fig. 15). Höhe 12 mm, Dicke 14 mm. An beiden Enden ausgebildet.

Beobachtete Formen: *c m u o x* $\alpha^*$.

Einzelflächen: $m^1 . m^3 . u^1\,{}^1u\; u^2\,{}^2u\; u^3\,{}^3u\; u^4\,{}^4u$

oben: $c$ . $o^2$ . . $x^1 x^2$ . $x^4\,{}^1\alpha\,{}^2\alpha$ . ${}^4\alpha$

unten: $\underline{c}$ . . . . . . . $\underline{x}^3$ . . . $\underline{\alpha}^3$ .

$\alpha = \frac{2}{3}\frac{1}{3}(215)$ ist eine neue Form. Sie tritt oben mit drei, unten mit einer Fläche auf, deren Vertheilung der trapezoëdrischen Hemiëdrie entspricht. Die $\alpha$-Flächen sind ziemlich breit, aber nicht ganz eben. Sie liefern einen etwas verbreiterten Reflex. Um den Ort der zugehörigen typischen Form zu finden, bedarf es einer Discussion des Reflexes. Diese soll später versucht werden. Doch sind zuvor einige Betrachtungen über krumme Flächen und speciell Uebergangsflächen nöthig. Auf Grund der Discussion halte ich das Symbol $\alpha = \frac{2}{3}\,\frac{1}{3}$ für gesichert.

Ausser den genannten Formen findet sich zwischen *c* und ${}^2u$ noch ein Zug minimaler Flächen in der etwas abgelenkten Zone $c^2u$, der auch ${}^2\alpha$ angehört. Sie sollen ebenfalls besonders discutirt werden. In dem Zug halte ich den typischen Punkt $p = 3\frac{2}{3}(632)$ für gesichert, ausserdem 42 (421)

$1\frac{1}{2}$(212), $\frac{2}{7}\frac{1}{7}$(217), $\frac{2}{9}\frac{1}{9}$(219) für wahrscheinlich, $\frac{4}{5}\frac{2}{5}$(425) für angedeutet. In der Nähe des Zonenzuges finden sich Einzelreflexe entsprechend $\frac{1}{3}$(113), $\frac{8}{5}\frac{1}{5}$(815); $\frac{1}{3}$ halte ich für wahrscheinlich, $\frac{2}{5}\frac{1}{5}$ für unsicher.



$p = 3\frac{1}{2}$(632) ist für Phosgenit nicht neu *). $y = \frac{1}{3}$ ist bereits von Köchlin für den Phosgenit nachgewiesen. Die übrigen Symbole bedürfen der Bestätigung.

Auf der Basis $c$ dieses Krystalles findet sich eine quadratische Zeichnung. Beistehende Figur stellt dieselbe nach photographischer Aufnahme dar. Sie verläuft parallel den Kanten $c\,{}^1u$, $c\,{}^2u$, $c\,{}^3u$, $c\,{}^4u$. Die Figur zeigt die Begrenzung durch die Kante $c\,{}^1u$ (die untere) und $cu^4$ (rechts angrenzend). Parallel $c\,{}^4u$ läuft die eine Seite der quadratischen Zeichnung, gegen die Kante $cu^1$ sind die Ecken der Quadrate gerichtet.

Der Verlauf dieser Zeichnung entspricht der trapezoëdrischen Hemiëdrie und ist für sie ein weiterer Beleg.

**Krystall Nr. 19** (Fig. 16). Höhe 11 mm, Dicke 15 mm. An einem Ende ausgebildet.

Beobachtete Formen: $c\ b\ m\ u\ o\ x\ (\beta)\ s$.

Einzelflächen: $c\ b^1 b^2 b^3 b^4\ \ m^1 m^2 m^3 m^4\ \ u^1\,{}^1u\ u^2\,{}^2u\ u^3\,{}^3u\ u^4\,{}^4u$
$o^1 o^2 o^3 o^4\ \ x^1 x^2 x^3 x^4\ \ s^1\,{}^1s\ s^2\ .\ s^3\ .\ s^4\,{}^4s\ (\beta^1\beta^2\beta^3)$.

$\beta = \frac{1}{4}$(114) (?). Die Flächen uneben, daher das Symbol unsicher. Die drei Flächen mit Sicherheit zu einer Gesammtform gehörig. Interessant als die einzigen bisher bekannten flachen Pyramiden der Zone $cx$ am Phosgenit von Monteponi. Ferner durch die Art der Verbreiterung und Ablenkung des Reflexes und seine Beziehung zu der nahen Form $\alpha$ (Krystall 18). Als Ort der zugehörigen typischen Form vermuthe ich $\frac{1}{4}$(114). Vielleicht liegt aber das für Phosgenit bekannte $y = \frac{1}{3}$(113) zu Grunde oder beide.

Die bestausgebildete der $\beta$-Flächen $\beta^2$ liefert als Reflex einen wohlbegrenzten Lichtfleck. Derselbe wird später näher besprochen. $\beta^1\beta^3$ erlaubten nur Schimmermessungen, die aber genügten um die Zugehörigkeit zu $\beta^2$ sicher zu stellen.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Beobachtet: | $\beta^1$: $\varphi\varrho =$ | 45° 4′, | 24° 4′ (Mittel) | |
| | $\beta^3$: | —136 33 , | 24 27 ( - ), | |
| berechnet für: | $y = \frac{1}{3}$: $\varphi\varrho =$ | 45°, | 27 10 | |
| | $\beta = \frac{1}{4}$ | 45 , | 21 4 . | |

*) Vergl. diese Zeitschr. 1893, 21, 326, Taf. VII, Fig. 2.

**Winkeltabelle** für die bisher gefundenen Formen. Auch die unsicheren wurden aufgenommen, jedoch mit ? versehen.

$$p_0 = 1,089 \qquad \lg p_0 = 0,03700.$$

| Buchst. | Gdt. | Miller | $\varphi$ | $\varrho$ | Buchst. | Gdt. | Miller | $\varphi$ | $\varrho$ | Buchst. | Gdt. | Miller | $\varphi$ | $\varrho$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $c$ | 0 | 001 | — | 0° | $e$ | 1 0 | 101 | 0° | 47°26′ | ? | $\frac{2}{9}\frac{1}{9}$ | 219 | 26°34′ | 15° 8′ |
| $b$ | $\infty 0$ | 100 | 0° | 90 | $o$ | 2 0 | 201 | 0 | 65 20 | ? | $\frac{2}{7}\frac{1}{7}$ | 217 | 26 34 | 19 11 |
| $m$ | $\infty$ | 110 | 45 | 90 | $z$ | $\frac{1}{6}$ | 116 | 45 | 14 24 | $\alpha$ | $\frac{2}{5}\frac{1}{5}$ | 215 | 26 34 | 23 58 |
| $l$ | $\frac{3}{2}\infty$ | 320 | 33 41′ | 90 | ?$\beta$ | $\frac{1}{4}$ | 114 | 45 | 21 4 | ? | $1\frac{1}{2}$ | 212 | 26 34 | 30 36 |
| $k$ | $\frac{8}{5}\infty$ | 850 | 32 0 | 90 | $y$ | $\frac{1}{3}$ | 113 | 45 | 27 10 | $s$ | 2 1 | 211 | 26 34 | 67 40 |
| $u$ | $2\infty$ | 210 | 26 34 | 90 | $x$ | 1 | 111 | 45 | 57 0 | $p$ | $3\frac{3}{2}$ | 632 | 26 34 | 74 41 |
| | | | | | $r$ | $\frac{3}{2}$ | 332 | 45 | 66 35 | ? | 4 2 | 421 | 26 34 | 78 24 |
| $\vartheta$ | $5\infty$ | 510 | 11 19 | 90 | $w$ | 2 | 221 | 45 | 72 1 | $q$ | $\frac{3}{2}1$ | 322 | 33 41 | 63 0 |
| $d$ | $\frac{1}{3}0$ | 103 | 0 0 | 19 57′ | $t$ | $\frac{5}{2}$ | 552 | 45 | 75 26 | ?$h$ | 4 1 | 411 | 14 2 | 77 27 |
| $f$ | $\frac{2}{3}0$ | 203 | 0 0 | 35 59 | $n$ | 8 | 881 | 45 | 85 22 | $g$ | $3\frac{1}{2}$ | 612 | 9 28 | 71 40 |

**Resultate.** Die vorige Untersuchung liefert sieben neue Formen für den Phosgenit, nämlich:

$$k = \tfrac{8}{5}\infty\{850\},\ \vartheta = 5\infty\{510\},\ f = \tfrac{2}{3}0\{203\},\ w = 2\{221\},$$
$$\alpha = \tfrac{2}{5}\tfrac{1}{5}\{215\},\ q = \tfrac{3}{2}1\{322\},\ g = 3\tfrac{1}{2}\{612\};$$

sechs weitere Formen sind wahrscheinlich gemacht, aber noch unsicher:

$$\beta = \tfrac{1}{4}\{114\},\ \tfrac{2}{9}\tfrac{1}{9}\{219\},\ \tfrac{2}{7}\tfrac{1}{7}\{217\},\ 1\tfrac{1}{2}\{212\},\ 42\{421\},\ h = 41\{411\}.$$

Der Habitus der Krystalle bietet eine grosse Mannigfaltigkeit, wie die Figuren zeigen. Besonders wichtig aber ist der Nachweis der **trapezoëdrischen Hemiëdrie**, die bereits in der letzten Mittheilung (diese Zeitschr. **21**, 327) angezeigt wurde. Der strenge Nachweis aus den Formen war besonders nöthig, weil bisher keine Krystallart diese Hemiëdrie gezeigt hat und weil die erwartete Lichtdrehung nicht gefunden wurde. Belege für die Hemiëdrie sind

1. Die Ausbildung der Einzelflächen folgender Formen:

$s = 21\,(211)$ in Krystall Nr. 2 und 3, 1893, **21,** Taf. VII, Fig. 2 und 3, Nr. 8 Fig. 5, Nr. 9 Fig. 6, Nr. 10 Fig. 7, Nr. 12 Fig. 9, Nr. 13 Fig. 10.

$p = 3\tfrac{3}{2}\,(632)$ in Krystall Nr. 2 1893, **21,** Taf. VII, Fig. 2.

$\alpha = \tfrac{2}{5}\tfrac{1}{5}\,(215)$ in Krystall Nr. 18 Fig. 15.

$g = 3\tfrac{1}{2}\,(612)$ mit dem unsicheren $h = 41\,(411)$ in Krystall Nr. 11, 12, 13 Fig. 8, 9, 10.

$q = \frac{3}{2}1\,(322)$ ist nur mit einer Fläche beobachtet, daher nicht beweisend, ebenso die unsicheren $\frac{2}{9}\frac{1}{9}(219)$, $\frac{2}{7}\frac{1}{7}(217)$, $1\frac{1}{2}(212)$, $12(121)$. Letztere gehören einem einzelnen Reflexzug an, der von dem hemiëdrischen ${}^2\alpha$ nach ${}^2u$ führt.

Das sind aber alle bisher bekannten ditetragonalen Pyramiden und nur bei solchen lässt sich die Hemiëdrie aus der Flächenvertheilung erkennen.

2. Die einseitige Streifung der $x$- und $s$-Flächen bei Krystall Nr. 3, 1893, **21**, Taf. VII Fig. 3, Nr. 9 Fig. 6, Nr. 10 Fig. 7.

Bei Krystall Nr. 3 hervorgebracht durch oscillatorisches Alterniren von $x$ mit ${}^ls$, bei den übrigen durch Alterniren von $x$ mit $s^r$.

3. Die Ungleichheit der $s^r$- und ${}^ls$-Flächen an solchen Krystallen, wo beide Arten zusammen auftreten. Krystall Nr. 3, 1893, Taf. VII, Fig. 3, Nr. 9 Fig. 6, Nr. 13 Fig. 10.

Die verschiedene Rolle der Flächenpunkte $s^r$ und ${}^ls$, wobei wir $s^r = s^1 s^2 s^3 s^4$ mit ${}^1\underline{s}\,{}^2\underline{s}\,{}^3\underline{s}\,{}^4\underline{s}$, ${}^ls = {}^1s\,{}^2s\,{}^3s\,{}^4s$ mit $\underline{s}^1\underline{s}^2\underline{s}^3\underline{s}^4$ verstehen, tritt in der Projection von Krystall 12 auf die $b^1b^2b^3b^4$ deutlich hervor. $s^2$ bildet mit $o^2\,{}^1u\,{}^2\underline{s}\,\underline{o}^4 u^2$ ein Sechseck, gegen das nicht ausgebildete ${}^1s\,\underline{s}^4$, abgeschlossen durch die Züge ${}^1g\,\underline{g}^4$.

Ausser $s$ wurde bisher keine der ditetragonalen Pyramiden rechts und links zugleich gefunden.

4. Der Verlauf der Reflexzüge $g$ sowie der Lichtflecken $\alpha$. Diese Erscheinungen werden in einer später folgenden Untersuchung »über die Reflexe krummer Flächen« eingehender besprochen.

5. Die Zeichnung auf der Basis $c$ an Krystall Nr. 18 Figur S. 146. Quadratisch parallel den Kanten von $c$ mit ${}^1u\,{}^2u\,{}^3u\,{}^4u$ verlaufend.

Auf Grund aller dieser Kennzeichen, die sich wiederholen und gegenseitig bestärken, halte ich den Nachweis der trapezoëdrischen Hemiëdrie nun für gesichert.

---

# X. Neue Goniometerlampe.

Von

**V. Goldschmidt** in Heidelberg.

(Mit 2 Textfiguren.)

An eine Goniometerlampe sind folgende Anforderungen zu stellen. Sie soll ein intensives Licht abwechselnd auf das Signal, den Krystall, die Nonien und das Papier werfen. Bei Beleuchtung des Signals soll der Arbeitsraum dunkel sein. Die Aufgabe ist für das zweikreisige Goniometer schwerer zu erfüllen, da bei ihm der Nonius des Verticalkreises dazukommt, der seinen Ort wechselt. Verfasser hat mit Hülfe des Mechanikers Herrn Stoë in Heidelberg die folgende Lampe construirt, die den genannten Anforderungen genügt. Die Einrichtung ist in Fig. 1 und 2 zu ersehen.

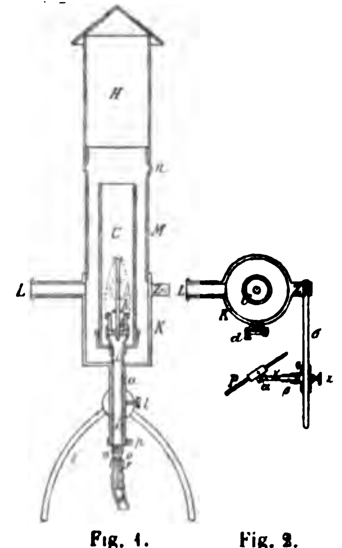


Fig. 1. Fig. 2.

**Beschreibung der Lampe***). Als Licht wurde das Auer'sche Glühlicht verwendet. Es hat vor dem gewöhnlichen Gasbrenner den Vortheil wesentlich grösserer Lichtstärke. Ferner ist die Hitze des Auer'schen Lichtes viel geringer. Das erlaubt, an die Lampe dichter heranzukommen und ihr, besonders dem Blechmantel und Hut wesentlich kleinere Dimensionen zu geben. Dadurch wird sie handlicher. Die Mehrkosten des Auer'schen Hütchens werden durch die Gasersparniss reichlich aufgewogen.

*) Preis der Lampe in guter Ausführung bei P. Stoë, Heidelberg, Jubiläumsplatz 70 30 Mk.

Die Lampe besteht aus dem Brenner *b* mit dem Auer'schen Hütchen *h*. Das Gas strömt durch das innere Rohr *i* mit dem Gasschlauch *g* zu. Der Zufluss der Verbrennungsluft wird durch den Ring *r* regulirt, der sich über die Oeffnungen *o* schieben lässt. Das Licht ist umgeben von dem Glascylinder *C*. *C b h i r* bilden den inneren Theil. Dieser lässt sich als Ganzes in dem äusseren Rohre *a* auf- und abschieben und drehen. Das Rohr *a* ist nach unten geschlitzt und lässt sich mit dem Klemmringe *p* mit Schraube anziehen. So kann man den inneren Theil in beliebiger Höhe und Wendung im äusseren Rohre fixiren. Hierdurch lässt sich die bestleuchtende Stelle des glühenden Hütchens vor das Lichtloch *L* bringen. Das ist nöthig, weil schon ein neu aufgesetztes Hütchen nicht an allen Stellen gleichmässig glüht, wird es aber während des Gebrauches theilweise defect, so gelingt es doch noch durch Reguliren des Luftzutrittes irgend eine Stelle zur Weissgluth zu bringen. Diese heben und drehen wir vor das Lichtloch und können damit das Hütchen gut ausnützen.

Das äussere Rohr *a* trägt den cylindrischen geschwärzten Messingkasten *K*, mit ihm verbunden ist der Mantel *M* von dünnem schwarzem Eisenblech. Darauf sitzt, bei *n* abhebbar, die Haube *H*, ein cylindrisches, schwarzes Blechrohr mit Dach. Nach Abheben von *H* kann man die Lampe anzünden.

Ein solches Oeffnen beim Anzünden ist beim Auer'schen Lichte nöthig. Ist dabei die Lampe nicht ganz offen, sondern nur ein Loch geöffnet, so sammelt sich das mit Luft gemischte Gas und entzündet sich unter Knall, wobei das Hütchen leidet.

Der Kasten *K* hat zwei Bohrungen mit einem längeren cylindrischen Ansatze *L* und einem kürzeren *S*. *L* wird an das Signal des Collimatorrohres dicht herangerückt. Durch *S* fällt das Licht auf einen Spiegel *P* (Fig. 2). *S* ist durch einen Klappdeckel mit Knopf *d* verschliessbar. Der Spiegel lässt sich verschieben und nach drei Richtungen drehen. Er ruht mit der Axe $\alpha$ in der Gabel $\gamma$. Deren Stiel steckt in dem seitlichen Ansatze eines Rohres $\varrho$. $\varrho$ lässt sich an der cylindrischen Stange $\sigma$ schieben und drehen und an beliebiger Stelle durch die Schraube $\chi$ festklemmen. Der Spiegel besitzt danach Drehung um die Axen $\alpha\ \beta\ \sigma$ und lässt sich durch Schiebung an $\sigma$ dem Lichtloche nähern und entfernen.

Die Stange $\sigma$ ist in einem Zapfen *Z* eingeschraubt, der an *K* sitzt. Nach Wunsch kann man gegenüber *S* ein zweites Loch mit Ansatzstutzen und Klappdeckel anbringen, dazu die Stange $\sigma$ nach der anderen Seite verlängern oder von der anderen Seite her in *Z* einschrauben. Dadurch ist man im Stande, das Licht mit dem Spiegel von der anderen Seite her zu erhalten. Für manche Zwecke ist das gut.

Ist der Klappdeckel *d* geöffnet, so wirft man durch Drehung des Spiegels *P* Licht aus dem Loch *S* nach Wunsch auf den Krystall oder auf gewisse

Theile des Goniometers, z. B. die Visirvorrichtung auf den Nonius des Horizontal- oder Verticalkreises resp. auf ein über demselben angebrachtes Papierschildchen oder einen hingehaltenen weissen Papierstreifen. Dadurch erhalten wir die Nonien aufs Beste beleuchtet, während das Auge von directem Lichte nicht getroffen wird. Eine andere Bewegung des Spiegels beleuchtet das Notizbuch zum Aufschreiben von Beobachtungen. Nach Schliessen des Klappdeckels ist ausser dem beleuchteten Signal Alles dunkel.

Bisher verwendet man zur Beleuchtung des Krystalles beim Einstellen ein zweites meist offenes Licht, das man nach dem Ablesen oder Einstellen auslöscht oder nichtleuchtend macht. Ein solches freies Licht ist nicht bequem. Scheint es direct in's Auge, so ermüdet es und stumpft gegen schwache Reflexe ab. Ebenso quält und ermüdet eine schlechte oder schwankende Beleuchtung der Nonien.

Die ganze Lampe steckt mit dem äusseren Rohre $a$ in der Bohrung einer Kugel mit drei Füssen $F$ und ist darin durch die Schraube $l$ festklemmbar. Löst man die Schraube $l$, so lässt sich die Lampe in der führenden Kugel heben, senken und drehen. Dadurch können wir das Lichtloch $L$ genau vor das Signal des Collimators bringen.

---

**Anwendung zur Photographie.** Die Lampe eignet sich auch vortrefflich als Lichtquelle für die photographische Aufnahme nicht zu grosser Gegenstände. Das künstliche Licht hat vor dem natürlichen den Vortheil der Gleichmässigkeit, so dass die Expositionszeit sich nur mehr nach dem Objecte richtet. Durch Schieben der Lampe, Nähern und Entfernen, durch Zuhülfenahme des Spiegels vor dem Lichtloche, ferner durch Aufstellen einiger Papierstreifen kann man die Beleuchtung mannigfacher und willkürlicher reguliren als beim natürlichen Lichte und so diejenigen Partien des Objectes hervortreten lassen, auf die es uns ankommt. Die Dunkelheit des übrigen Raumes ist ein Vorzug.

Sehr verwendbar ist die Lampe zur Mikrophotographie, besonders bei liegendem Mikroskope und liegender Camera. Man bringt dabei für durchfallendes Licht nach Entfernung des Mikroskopspiegels das Lichtrohr $L$ unserer Lampe hinter das Präparat in die Verlängerung der Mikroskopaxe. Dabei ist es gut, über $L$ noch ein Rohr mit einer Linse zu stecken, durch dessen Schiebung man das Licht auf das Präparat sammelt. Für auffallendes Licht ist die Lampe auf der Seite der Camera aufzustellen. Ein farbiges Glas vor $L$ oder eine farbige Linse dient als Lichtfilter.

# XI. Auszüge.

1. **K. Johansson** (in Stockholm): **Studien über Enstatit und dessen Umwandlungsproducte** (Bihang till Vet.-Akad. Handl. **17**, II, No. 4). — Die Arbeit giebt die Resultate einer optischen und chemischen Untersuchung von frischem Enstatit, sowie von bastitartigen Umwandlungsproducten desselben.

Enstatit von Almeklovdal, Söndmöre, Norwegen. Der Enstatit kommt an dieser Localität als gangartige Bildung in Olivinschiefer vor und ist in radialstrahlig gruppirten, bis 5 cm langen und 1 cm breiten Stengeln ausgebildet. Er ist ganz frisch und durchscheinend, farblos bis schwach bräunlich. Die brachydiagonale Spaltbarkeit ist weniger deutlich, die prismatische dagegen ausgezeichnet. Durch Messungen an 15 verschiedenen Spaltungsstücken wurde für den Prismenwinkel als Mittelwerth 91° 50′ erhalten (Grenzen 91° 59′ und 91° 46′). Härte zwischen 6 und 7; spec. Gew. 3,274. Chemische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 57,54 |
| $Al_2O_3$ | 0,52 |
| $FeO$ | 5,20 |
| $MgO$ | 36,49 |
| $H_2O$ | 0.19 |
| | 99,94 |

Die optischen Axen liegen in {010} (der stumpfe Prismenwinkel wird immer nach vorn gerichtet) und die Verticalaxe ist erste Bisectrix. Doppelbrechung positiv; Dispersion $\varrho > v$. Für den optischen Axenwinkel wurden in Platten senkrecht gegen je eine Bisectrix erhalten:

| | Mittel: | Grenzen: |
|---|---|---|
| $2H_{aLi}$ = | 89° 29′ | 89° 22′ — 89° 40′ |
| $2H_{aNa}$ = | 89 1 | 88 58 — 89 5 |
| $2H_{oLi}$ = | 123 14 | 123 4 — 123 27 |
| $2H_{oNa}$ = | 123 58 | 123 50 — 124 9 |

woraus

$$2V_{Li} = 77^0 19\tfrac{1}{2}'$$
$$2V_{Na} = 76\ 54$$

Brechungsexponenten, in zwei der Verticalaxe parallelen Prismen für Natriumlicht bestimmt:

$$\alpha = 1,6607$$
$$\beta = 1,6658$$
$$\gamma = 1,6715$$

Schnitte des Minerals nach {010} zeigen ausser scharfen, den verticalen Spaltungsrichtungen entsprechenden Rissen auch solche, die mit der Verticalaxe 49° bis 52° bilden und nicht symmetrisch vertheilt sind, sondern weit zahlreicher in der einen Richtung verlaufen. Dieselben schneiden in Schnitten nach {100} die verticale Spaltbarkeit unter rechtem Winkel und bezeichnen demnach eine Absonderung oder Spaltbarkeit nach einem Makrodoma, das mit der Verticalaxe den genannten Winkel einschliesst. In Schnitten nach {100} sieht man ferner dann und wann sehr schmale, ganz gerade, den verticalen Spaltungsrissen parallele Lamellen, welche etwas stärker doppeltbrechend als der Enstatit sind und eine Auslöschungsschiefe von 15°—20° besitzen. Verf. hält sie deshalb für einem Hornblendemineral angehörend. Auf Spalten kommt ein wenig von einem talkähnlichen Umwandlungsproducte vor. Interpositionen wurden nicht beobachtet.

Enstatit von Ödegården, Bamle, Norwegen. Als Kern in den bekannten grossen Enstatitkrystallen dieses Fundortes findet sich bisweilen ein ganz frischer, hellgrünlicher Enstatit, welcher vom Verf. näher studirt wurde. Die prismatische Spaltbarkeit giebt breite und ebene Flächen, deren Winkel als Mittel von sechs Messungen zwischen 92° 15′ und 92° 36′ zu 92° 26′ gefunden wurde. Die brachydiagonale Spaltbarkeit ist ziemlich deutlich und ausserdem zeigt sich, wie im vorigen Falle, eine Absonderung nach einem Makrodoma, das mit dem Makropinakoid etwa 50° bildet. Diese Absonderung ist auch hier einseitig. Härte etwa 6. Chemische Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 57,86 |
| $Al_2O_3$ | 1,67 |
| $FeO$ | 1,40 |
| $CaO$ | 0,10 |
| $MgO$ | 37,67 |
| $H_2O$ | 0,54 |
| | 99,24 |

Dünnschliffe des Minerals nach {001} zeigen scharf begrenzte Lamellen, welche durch ihre grössere Doppelbrechung von der Hauptsubstanz sich abheben und der Brachydiagonale parallel sind. Sie löschen gleichzeitig mit dem Enstatit aus, wie auch die Spaltrisse sich durch beide Mineralien ungestört fortsetzen. In convergentem Lichte tritt eine Axe aus; die Axenebene ist dem Makropinakoid des Enstatit parallel. In Schnitten nach {100} sind diese Lamellen der Verticalaxe parallel und zeigen gegen diese eine Auslöschungsschiefe von 26°. Zwei neben einander liegende Lamellen sind bisweilen in Zwillingsstellung zu einander und löschen symmetrisch in Bezug auf die Verticalaxe aus. Sie gehören demnach einem monosymmetrischen Pyroxen an, dessen Symmetrieebene dem Makropinakoid des Enstatit parallel ist.

Bastitähnliches Mineral von Nordamerika. Nähere Angaben über Localität und Art des Vorkommens des Minerals liegen nicht vor. Das Material wurde von Herrn Kroseberg in Berlin erhalten. Das Mineral ist in flachen Stengeln ausgebildet. Parallel der breiteren Fläche der Stengel findet sich eine gute Spaltbarkeit. Härte zwischen 3 und 4. Spec. Gew. 2,84. Chemische Zusammensetzung nach einer Analyse von Kroseberg:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 61,20 | | 1,0200 | 8,00 |
| $Al_2O_3$ | 0,30 | | 0,0029 | — |
| $MgO$ | 34,29 | 0,8572 | | |
| $FeO$ | 0,69 | 0,0096 | 0,8726 | 6,84 |
| $MnO$ | 0,41 | 0,0058 | | |
| $H_2O$ | 2,30 | | 0,1278 | 1,00 |
| Feuchtigkeit | 0,66 | | | |
| | 99,85 | | | |

Es stimmt dies mit einer Formel $MgSiO_3$, worin $\frac{1}{8}$ des $MgO$ durch $H_2O$ ersetzt wurde.

$\mathfrak{a}$ ist spitze Bisectrix und senkrecht gegen die Ebene der besten Spaltbarkeit. Die Ebene der optischen Axen ist parallel der Längsrichtung der Stengel. Axenwinkel in Oel für Natriumlicht $55^0\, 5'$. Dispersion $\varrho > v$.

Bastitähnliches Mineral von Kjörrestadkilen, Bamle, Norwegen. Ist wie das eben beschriebene amerikanische Bastitmineral in flachen Stengeln ohne deutliche Krystallbegrenzung ausgebildet. Die Stengel, welche bis 5 cm Länge und 0,5 cm Breite erreichen können, sind oft radialstrahlig gruppirt. Die Farbe des Minerals ist hell graugrün, in Dünnschliffen farblos. Parallel der breitesten Fläche findet sich eine gute Spaltbarkeit; die Spaltflächen zeigen perlmutterartigen Glanz. Zwischen den Stengeln findet sich Talk. Härte 3—4. Spec. Gew. 2,79. Eine Analyse ergab:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 56,35 |
| $Al_2O_3$ | 0,23 |
| $MgO$ | 32,92 |
| $FeO$ | 3,33 |
| $MnO$ | 0,20 |
| $H_2O$ | 6,88 |
| | 99,91 |

Das Wasser geht erst nach starkem Glühen vollständig fort. Eine Controlbestimmung des Wassers ergab 6,91 %.

Die spitze Bisectrix ist senkrecht gegen die Ebene der guten Spaltbarkeit, und die Ebene der optischen Axen ist der Längsrichtung der Stengel parallel. Der optische Axenwinkel in Luft wurde für *Na*-Licht zu $78^0\, 32'$, für *Li*-Licht zu $79^0\, 4'$ gemessen; die Dispersion ist also $\varrho > v$. Doppelbrechung negativ.

Bei mikroskopischer Untersuchung zeigt sich das Mineral zum Theil in Umwandlung begriffen. Es entsteht dabei hauptsächlich Talk in Blättchen, welche immer der besten Spaltbarkeit des Bastitminerals parallel angeordnet sind; es bildet sich aber ferner ein schwach doppeltbrechendes Mineral, das als ein wasserhaltiges Magnesiumsilicat betrachtet wird. Die untersuchten beiden Bastitmineralien ähneln sich makroskopisch wie mikroskopisch so sehr, dass man sie zu derselben Species rechnen möchte, doch ist der Wassergehalt allzu verschieden.

Die bekannten Enstatitkrystalle von Bamle zeigen bisweilen einen ganz frischen Kern; die äusseren Theile, und sehr häufig der ganze Krystall, sind dagegen zu einer dunkelgrünen, specksteinähnlichen Substanz umgewandelt. Das Umwandlungsproduct ist für Talk gehalten worden, nach des Verfs. ausführlicher Beschreibung des Umwandlungsvorganges ist der Process jedoch etwas complicirter. Anfangs entsteht eine reichliche Spaltenbildung, und längs dieser Spalten bildet

sich ein schuppiges Mineral, das dem Talk sehr nahe stehend sein muss, jedoch nur etwa 57—58 % $SiO_2$ enthalten kann, während gewöhnlicher Talk 63½ % besitzt. Gleichzeitig wird ein Theil von dem Eisengehalte in der Form von Magnetit ausgeschieden.

Als nächstes Glied der Umwandlung entsteht ein Bastitmineral, das sich den eben beschriebenen nahe anschliesst. Die reichlichste Bastitbildung ist mit einer ziemlich reichlichen Bildung von Magnesitkörnchen begleitet. Da nach den vorhandenen Analysen bei der Umwandlung der Kieselsäuregehalt sich etwa constant hält, der Wassergehalt immer steigt, der Magnesiagehalt dagegen stetig sinkt, ist wohl an eine Fortführung der Magnesia in Form von Magnesit zu denken. Das Bastitmineral ist in Bezug auf den Enstatit derart angeordnet, dass die Längsrichtung der Faser der verticalen Axe des Enstatit parallel ist, und die deutlichste Spaltbarkeit mit dem Brachypinakoid zusammenfällt. Der Bastit zeigt sich einer beginnenden Umwandlung unterworfen, wobei ein schuppiges Mineral entsteht, das sich wie gewöhnlicher Talk verhält.

Ref.: H. Bäckström.

**2. C. Morton** (in Upsala): **Krystallform der 1-2-Amidonaphtalinsulphonsäure** (in Cleve: »Ueber die 1-2-Amidonaphtalinsulphonsäure und ihre Derivate«, Öfversigt af Vet.-Akad. Förh. 1891, 577). — Krystallsystem: Rhombisch; Axenverhältniss: $a : b : c = 0,79401 : 1 : 0,36429$. Beobachtete Formen: {110}, {100}, {111}. Ebene der optischen Axen ist {001}.

Ref.: H. Bäckström.

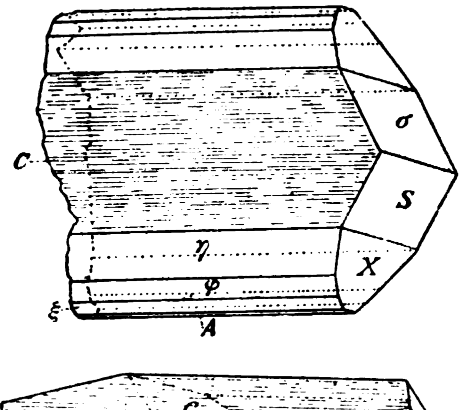
**3. A. E. Törnebohm** (in Stockholm): **Ueber Platinkrystalle** (Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar 1891, **13**, 81). — Durch starkes Erhitzen von Platinblech in mit Kohlenoxyd und Luft gemischtem Chlorgas wurden kleine, gut ausgebildete Krystalle von Platin bekommen, wohl durch Zersetzung des zuerst gebildeten Platinchlorids entstanden. Die bis 0,1 mm grossen Krystalle zeigen sehr mannigfaltige Combinationen von Oktaëder, Hexaëder und Rhombendodekaëder, bei verschiedenstem Habitus: tafelförmig, stengelig u. s. w. Zwillinge nach {111} kommen auch vor. Betreffs der zahlreichen Abbildungen muss auf das Original hingewiesen werden.

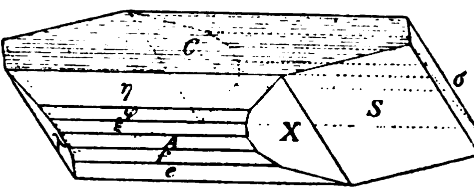
Ref.: H. Bäckström.

**4. G. Lindström** (in Stockholm): **Mineralanalysen** (Ebenda, 123). — 1. Brandtit von Harstigen. Das von A. E. Nordenskiöld entdeckte Mineral ist nach dem Chemiker Bergrath Brandt, dem Entdecker der metallischen Natur des Kobalts und des Arsens, benannt. Eine Analyse ergab:

| | | Sauerstoff: | |
|---|---|---|---|
| $As_2O_5$ | 50,48 | 17,56 | 17,59 |
| $P_2O_5$ | 0,05 | 0,03 | |
| $PbO$ | 0,96 | 0,07 | 3,60 |
| $MnO$ | 14,03 | 3,16 | |
| $FeO$ | 0,05 | 0,01 | |
| $MgO$ | 0,90 | 0,36 | |
| $CaO$ | 25,07 | | 7,16 |
| $H_2O$ | 8,09 | | 7,19 |
| $Cl$ | 0,04 | | |
| Ungelöst | 0,04 | | |
| | 99,71 | | |

Das Sauerstoffverhältniss zwischen den Oxyden, den Säuren und dem Wasser ist 1 : 1,635 : 0,668 oder 3 : 5 : 2, woraus die Formel des Minerals sich am nächsten durch $2CaO.MnO.As_2O_5 + 2H_2O$ ausdrücken lässt, also dem kobalthaltigen Roselith analog. Das Wasser geht erst oberhalb 225° fort.




Das Mineral ist farblos, durchsichtig und glasglänzend. Spec. Gew. 3,671. Härte 5—5,5. Giebt beim Erhitzen Wasser ohne Decrepitation ab und schmilzt zu einer braunen Kugel. Leicht löslich in Salzsäure und Salpetersäure.

Nach der krystallographischen Untersuchung von A. E. Nordenskiöld gehört der Brandtit dem asymmetrischen Systeme an und ist mit dem Roselith isomorph. Die Krystalle sind jedoch verschieden, indem die Brandtitkrystalle prismatisch nach der *b*-Axe ausgezogen und bisweilen tafelförmig nach der Fläche *C* sind. Die Flächenbeschaffenheit ist wenig gut, daher die Messungen sehr unsicher ausgefallen sind. Es werden im Vergleiche mit dem Roselith die folgenden Winkelmessungen angeführt.

| | Brandtit: | Roselith (nach Schrauf): |
|---|---|---|
| *A* : *C* | 89° 25′ | 89° 25′ |
| - : η | 66 55 | 66 49½ |
| - : φ | 49 46 | 49 6 |
| - : ξ | 29 56 | 29 50 |
| - : *f* | 47 2 | 48 26½ |
| - : *e* | 65 7 | 65 51 |
| - : *S* | 69 52 | 69 28 |
| - : *s* | 68 35 | 68 34½ |
| *s* : η? | 73 49 | |
| - : *e*? | 51 24 | |
| - : *x* | 13 29 | |

Ausser den angeführten Formen finden sich noch einige andere, besonders in der Zone *AC*. Zwillinge nach *C* sind häufig.

Der Brandtit findet sich mit Schwerspath, Kalkspath, Karyopilit, Sarkinit und (seltener) gediegenem Blei zusammen, auf Spalten und Hohlräumen aufgewachsen. (Ueber das Vorkommen vergl. diese Zeitschr. **17**, 257.) Das Mineral kommt nur krystallisirt vor, doch sind die Krystalle meistens zu radialstrahligen Bündeln oder Knauern verwachsen.

2. Friedelit von Harstigen. Das Mineral wurde gleichzeitig von Flink*) entdeckt und beschrieben. Eine vom Verf. ausgeführte Analyse ergab:

*) Diese Zeitschr. **20**, 371.

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 33,36 |
| $FeO$ | 3,83 |
| $MnO$ | 49,08 |
| $CaO$ | 0,74 |
| $MgO$ | 1,31 |
| $Cl$ | 4,19 |
| $H_2O$ | 8,45 |
| $P_2O_5$ | Spur |
| | 100,96 |
| $O$ entsprechend $Cl$ | 0,95 |
| | 100,01 |

Der Mangangehalt wird als ein wenig zu hoch ausgefallen betrachtet.

Ref.: H. Bäckström.

5. **H. Berghell** (in Helsingfors): **Analyse eines Nephelins** (in Ramsay und Berghell: »Das Gestein von Iiwaara in Finnland«, Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlinger 1891, **13**, 300). — In dem an der genannten Localität vorkommenden, als Ijolith bezeichneten Gesteine kommt ein sehr frischer Nephelin vor, welcher mit den folgenden Resultaten analysirt wurde:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 43,98 |
| $Al_2O_3$ | 34.93 |
| $CaO$ | 0,36 |
| $Na_2O$ | 16,76 |
| $K_2O$ | 3,83 |
| | 99,86 |

Ref.: H. Bäckström.

6. **Hj. Sjögren** (in Upsala): **Beiträge zur Mineralogie Schwedens** (Ebenda 256, 604 und 781).

1. Einige Worte über Långbanit. Ueber diesen Aufsatz ist bereits in dieser Zeitschr. **19**, 276 referirt worden.

2. Astochit, ein neues Glied der Amphibolgruppe. Auf den Långbansgruben in Wermland ist seit Langem ein derbes, blaues bis blauviolettes Mineral bekannt gewesen, das als »blauer Rhodonit« bezeichnet wurde. Das Mineral erweist sich jedoch als ein Amphibolmineral, indem der Spaltwinkel zu 56° 27′ gemessen wurde. Dünnschliffe nach {100} zeigen parallele Auslöschung und Austritt einer optischen Axe, wobei die Dispersion $\varrho < v$ ist. Schnitte nach {010} zeigen eine Auslöschungsschiefe von 15° 40′ bei der blauen Varietät und 17° 15′ bei der grauvioletten. Die optischen Axen liegen in der Symmetrieebene; die spitze Bisectrix ist negativ.

Die folgenden Analysen sind von R. Mauzelius ausgeführt; 1. bezieht sich auf die hellblaue Varietät, spec. Gew. 3,05; 2. auf die grauviolette, spec. Gew. 3,10.

| | 1. | | | | 2. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 56,25 | | 0,931 | 1 | 54,76 | | 0,907 | 1 |
| $FeO$ | 0,15 | 0,002 | | | 0,21 | 0,003 | | |
| $MnO$ | 6,49 | 0,091 | | | 12,71 | 0,179 | | |
| $CaO$ | 5,44 | 0,097 | | | 5,83 | 0,104 | | |
| $MgO$ | 21,89 | 0,543 | 0,937 | 1,01 | 17,82 | 0,442 | 0,965 | 1,06 |
| $K_2O$ | 1,60 | 0,017 | | | 1,65 | 0,018 | | |
| $Na_2O$ | 6,17 | 0,100 | | | 4,02 | 0,065 | | |
| $H_2O$ | 1,56 | 0,087 | | | 2,77 | 0,154 | | |
| $Fl$ | 0,15 | | 0,008 | | 0,09 | | 0,005 | |
| | 99,70 | | | | 99,86 | | | |
| $O$ für $Fl$ | 0,06 | | | | 0,04 | | | |
| | 99,64 | | | | 99,82 | | | |

Wie aus den Quotienten ersichtlich, führen beide Analysen zu Metasilicatformeln, woraus folgt, dass ausser $(Mg,Mn,Ca)SiO_3$ auch ein Silicat $(Na,K,H)_2SiO_3$ in diesem Amphibolmineral angenommen werden muss.

Hamberg (s. weiter unten S. 164) hob gleich hervor, dass der »Astochit« wahrscheinlich nur eine verschieden gefärbte Varietät des bei Långban und Pajsberg schon längst bekannten, braunen Hornblendeminerals, das man Richterit zu nennen pflegt, sei. Mit Ausnahme der Farbe stimmen sonst alle Eigenschaften, auch die chemische Zusammensetzung, nahe überein. Sjögren antwortet (Geol. Fören. Förh. 1892, **14**, 253), er habe den Zusammenhang zwischen den beiden Mineralien nicht hervorgehoben, weil man gegenwärtig nicht wüsste, ob die braune Varietät wirklich Dasjenige wäre, was Breithaupt unter dem Namen Richterit gemeint hatte. Breithaupt hatte nämlich als Charakteristikum seines Richterits angegeben, dass der Winkel der beiden Spaltungsrichtungen $46^0 22'$ wäre, während das später als Richterit bekannt gewordene Mineral von Wermland den Spaltungswinkel der echten Hornblenden besitzt. Durch Messungen an Breithaupt's Originalmaterial findet aber Sjögren, dass die Breithaupt'sche Angabe von $46^0 22'$ fehlerhaft ist, indem der Spaltwinkel des Breithaupt'schen Minerales $56^0 24'$ betrug. Sjögren nimmt deshalb den Namen »Astochit« zurück; da aber die blaue Varietät natronreicher und kaliärmer als die braune ist, will er die blaue Varietät als »Natronrichterit« bezeichnen.

3. Adelit, ein basisches Arseniat von Nordmarken und Långban. Das Mineral kommt in derben, mit Magnetit und gediegenem Kupfer gemengten Massen vor. Die Farbe ist grau oder graugelb; das Mineral ist trübe, aber durchscheinend, und zeigt Fettglanz bis Wachsglanz. Bruch muschelig oder uneben; Spaltbarkeit nicht beobachtet. Spec. Gew. = 3,71—3,76. Härte 5. Optisch zweiaxig mit grossem Axenwinkel, wobei $\varrho > v$; erste Bisectrix ist positiv. Schmilzt leicht vor dem Löthrohre zu einem grauen Email; löst sich leicht in verdünnten Säuren.

Chemische Zusammensetzung der Varietät von der Kittelgrube bei Nordmarken 1., von Långban 2., beide nach R. Mauzélius:

| | 1. | | | | 2. | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $As_2O_5$ | 50,04 | | 0,218 | 0,97 | 50,28 | | 0,219 | 0,97 |
| $CaO$ | 25,43 | 0,454 | | | 24,04 | 0,429 | | |
| $MgO$ | 17,05 | 0,423 | | | 17,90 | 0,444 | | |
| $BaO$ | Spur | — | | | 0,23 | 0,002 | | |
| $PbO$ | 0,39 | 0,002 | 0,902 | 1 | 2,79 | 0,013 | 0,900 | 1 |
| $CuO$ | — | — | | | 0,32 | 0,004 | | |
| $FeO$ | — | — | | | 0,08 | 0,001 | | |
| $MnO$ | 1,64 | 0,023 | | | 0,48 | 0,007 | | |
| $Cl$ | 0,24 | 0,007 | 0,243 | 1,08 | Spur | — | | |
| $H_2O$ | 4,25 | 0,236 | | | 3,90 | | 0 217 | 0,97 |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | 0,30 | | | | | | | |
| Kupfer | 0,26 | | | | | | | |
| | 99,60 | | | | 100,02 | | | |

Der Wassergehalt ist aus dem Glühverluste ermittelt, da das Wasser erst bei sehr hoher Temperatur vollständig weggeht.

Die Formel des Minerals wird demnach:

$$2CaO.2MgO.H_2O.As_2O_5 \quad \text{oder} \quad \begin{matrix} HO-Mg-O\diagdown \\ CaO<\begin{matrix}O\\O\end{matrix}\rangle AsO. \end{matrix}$$

Das Mineral wird Adelit genannt, von dem griechischen $\alpha\delta\epsilon\lambda o\varsigma$ = unklar, undeutlich.

4. Svabit, ein Mineral der Apatitgruppe von der Harstigsgrube. Mittheilung vorläufigen Charakters über ein der Apatitgruppe sich anschliessendes Mineral mit dem Axenverhältnisse $a : c = 1 : 0,7143$ und einer chemischen Zusammensetzung, die vom Verf. durch die Formel $3As_2O_5.10CaO.H_2O$ ausgedrückt wurde. Später mitgetheilte Analysen zeigen jedoch nach der Ansicht des Ref., dass nicht Hydroxyl, sondern Fluor die Hauptrolle in dem Mineral spielt.

Ref.: H. Bäckström.

**7. A. Hamberg** (in Stockholm): **Mineralogische Studien** (Geolog. Föreningens i Stockholm Förhandlinger 1891, **13**, 537).

14. Ueber die Naumann'schen Zeichen für die Flächen der rhombischen, monoklinen und triklinen Krystalle und über eine Modification dieser Zeichen. Bei der Aufstellung der rhombischen und asymmetrischen Krystalle ist es bekanntlich Usus, die kürzere der beiden nicht verticalen Axen als $a$-Axe, die längere als $b$-Axe zu nehmen. Bekanntlich hat es sich aber schon öfters gezeigt, dass für den Vergleich mit verwandten, in anderen Systemen krystallisirenden Substanzen es nöthig ist, von dieser Forderung betreffs der Aufstellung der rhombischen und asymmetrischen Krystalle abzuweichen und die längere der beiden nicht verticalen Axen als nach vorn laufende $a$-Axe zu nehmen. In diesen Fällen haben manche Autoren jedoch diese Axe fortan »Brachyaxe« benannt. — Hamberg schlägt nun vor, bei der Wahl der Axen von ihrer Länge ganz abzusehen, die Namen »Brachyaxe« und »Makroaxe« fallen zu lassen und statt dieser die von Rose angewandten Namen »Längsaxe« und »Queraxe« für die nach vorn laufende, resp. querlaufende Axe zu benutzen. Um die Queraxe zu bezeichnen, benutzt er einen horizontalen Strich über dem $P$;

der Strich soll aber hier nicht die Länge, sondern nur die Richtung der betreffenden Axe bedeuten. Die auf den Beobachter zulaufende Längsaxe wird mit einem über das $P$ geschriebenen tschechischen ˇ (also $\check{P}$) bezeichnet, das als die Spitze eines gegen den Beobachter zulaufenden Pfeiles angesehen werden kann. Das formell Neue in dem Vorschlage Hamberg's beschränkt sich somit auf dieses Zeichen $\check{P}$. Verf. ist auch geneigt, die Termen »Längs-« und »Quer-« im monosymmetrischen Systeme einzuführen, da man sich Fälle denken könnte, bei denen es nützlich wäre, die Symmetrieaxe nicht als Queraxe zu nehmen.

15. **Ueber den Rhodonit von der Grube Harstigen bei Pajsberg in Wermland.** Seit Flink's Untersuchung über die Rhodonite der damals verlassenen Grube Harstigen ist die Arbeit an der Grube wieder aufgenommen und dabei ein reichhaltiges und schönes Material dieses Minerals zu Tage gefördert worden, dessen genaue Beschreibung hier gegeben ist.

Verf. bespricht zunächst ziemlich ausführlich die Relationen des Rhodonit zu den Pyroxenen. Mit den Molekularverbindungen der Diopsidreihe habe der Rhodonit als $MnSiO_3$ weniger zu thun als mit den chemisch analogen, rhombischen Pyroxenen. Doch seien auch diesen gegenüber bei einer natürlichen Aufstellung des Rhodonit die Verschiedenheiten allzugross, um als Resultate eines einfachen morphotropischen Vorganges gedeutet werden zu können. Mangan, Eisen ersetzend, bewirke nur kleine Aenderungen. Nach der Auffassung des Verfs. ist das Verhältniss des Rhodonit zu den rhombischen Pyroxenen eher mit dem Verhältniss des Cerussit zu Kalkspath zu vergleichen. Mit dem Wollastonit ist dagegen der Rhodonit chemisch durch Uebergänge verbunden und auch krystallographisch nahe verknüpft. Giebt man dem Wollastonit eine Stellung, nach welcher $a\{001\}$, $c\{100\}$, $m\{011\}$ und $e\{110\}$, so bekommt man die Axenelemente:

$$a:b:c = 1,1138:1:0,9664; \quad \beta = 110^{0}\,12'.$$

Dieselben sind für Rhodonit nach den Messungen des Verfs.:

$$a:b:c = 1,14701:1:0,912795; \quad \begin{aligned} \beta &= 111^{0}\,36'\,\,5'' \\ \alpha &= \phantom{1}85\;\;15\;\;51 \\ \gamma &= \phantom{1}93\;\;55\;\;50 \end{aligned}$$

Die vom Verf. für den Rhodonit angenommene Aufstellung ergiebt sich aus der folgenden Zusammenstellung der Symbole:

| Sig.: | Dauber: | v. Kokscharow: | Sjögren: | Flink, Pirsson*): | Goldschmidt: | Hamberg: |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $a$ | $\{100\}$ | $\{010\}$ | $\{\bar{2}03\}$ | $\{001\}$ | $\{100\}$ | $\{001\}$ |
| $b$ | $\{010\}$ | $\{100\}$ | $\{100\}$ | $\{110\}$ | $\{001\}$ | $\{100\}$ |
| $c$ | $\{001\}$ | $\{001\}$ | $\{010\}$ | $\{1\bar{1}0\}$ | $\{010\}$ | $\{010\}$ |
| $n$ | $\{1\bar{1}0\}$ | $\{110\}$ | $\{703\}$ | $\{22\bar{1}\}$ | $\{\bar{1}01\}$ | $\{\bar{2}01\}$ |
| $k$ | $\{\bar{1}01\}$ | $\{011\}$ | $\{29\bar{3}\}$ | $\{2\bar{2}\bar{1}\}$ | $\{\bar{1}10\}$ | $\{021\}$ |
| $o$ | $\{011\}$ | $\{101\}$ | $\{1\bar{1}0\}$ | $\{100\}$ | $\{011\}$ | $\{1\bar{1}0\}$ |
| $s$ | $\{0\bar{1}1\}$ | $\{\bar{1}01\}$ | $\{110\}$ | $\{010\}$ | $\{0\bar{1}1\}$ | $\{110\}$ |
| $r$ | — | — | — | $\{11\bar{1}\}$ | $\{\bar{2}01\}$ | $\{\bar{1}01\}$ |

*) Für den Forsterit von Franklin und Sterling. Diese Zeitschr. **20**, 188.

Oben angegebenes Axenverhältniss wurde aus folgenden, als Mittel der Messungen an vier untadelhaften Krystallen erhaltenen Winkel berechnet:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $c:b$ | $= (0\bar{1}0):(100) =$ | $92^0\,21'\,36\frac{1}{2}''$ | $o:b$ | $= (1\bar{1}0):(100) =$ | $48^0\,12'\,12''$ |
| $a:b$ | $= (001):(100) =$ | $68\;\;37\;\;4$ | $r:a$ | $= (\bar{1}01):(001) =$ | $46\;\;11\;\;16$ |
| $a:c$ | $= (001):(0\bar{1}0) =$ | $86\;\;27\;\;25$ | $k:a$ | $= (021):(001) =$ | $62\;\;12\;\;37$ |

Diese Messungen sind an Krystallen der unten als Typus *ckrnδaqbs* (Fig. 15) bezeichneten Form ausgeführt; an Krystallen des von Dauber, v. Kokscharow und Flink gemessenen, für Messungen jedoch weniger geeigneten Typus *ckna*obs (Fig. 2) wurden innerhalb der Fehlergrenzen übereinstimmende Werthe erhalten.

An den Krystallen des Rhodonit von Harstigen wurden folgende Formen sicher bestimmt:

| | |
|---|---|
| $a\{001\}\,0P$ | $p\{101\}\,'\bar{P}'\infty$ |
| $b\{100\}\,\infty\bar{P}\infty$ | $q\{201\}\,2'\bar{P}'\infty$ |
| $c\{010\}\,\infty\breve{P}\infty$ *) | $m\{011\}\,,\breve{P}'\infty$ |
| $s\{110\}\,\infty P'$ | $k\{021\}\,2,\breve{P}'\infty$ |
| $o\{1\bar{1}0\}\,\infty' P$ | $i\{041\}\,4,\breve{P}'\infty$ |
| $e\{120\}\,\infty\breve{P}'2$ | $\varkappa\{0\bar{2}1\}\,2'\breve{P},\infty$ |
| $f\{210\}\,\infty\bar{P}'2$ | $\vartheta\{2\bar{2}\bar{3}\}\,\frac{2}{3},P$ |
| $g\{320\}\,\infty P'\frac{3}{2}$ | $\varphi\{2\bar{2}\bar{1}\}\,2,P$ |
| $t\{1\bar{2}0\}\,\infty'\breve{P}2$ | $\mu\{2\bar{2}1\}\,2'P$ |
| $r\{10\bar{1}\}\,,\bar{P},\infty$ | $\delta\{4\bar{3}\bar{2}\}\,\frac{4}{3},\bar{P}2.$ |
| $n\{20\bar{1}\}\,2,\bar{P},\infty$ | |

Von diesen Flächen sind $\varkappa$, $\delta$ und $\vartheta$ neu; auch $\varphi$ ist für den Rhodonit neu, jedoch von Pirsson am Fowlerit beobachtet. Die von Flink und zum Theil auch von Sjögren aufgeführten Flächen $d\{1\bar{3}0\}\infty'\breve{P}3$, $u\{20\bar{3}\}\frac{2}{3},\bar{P},\infty$, $l\{40\bar{3}\}\frac{4}{3},\bar{P},\infty$, $\gamma\{221\}2P'$, $y\{3\bar{7}4\}\frac{7}{4}'\breve{P}\frac{7}{3}$, $x\{11.\bar{1}\bar{3}.2\}\frac{13}{2}'\breve{P}\frac{13}{11}$, $\omega\{1\bar{5}\bar{6}\}\frac{5}{6},\breve{P}5$, $\alpha\{5.\bar{3}.24\}\frac{5}{24}'\bar{P}\frac{5}{3}$, $z\{9\bar{7}3\}3'\bar{P}\frac{9}{7}$, $w\{2.10.\bar{3}\}\frac{10}{3}\breve{P},5$, $h\{6.10.\bar{9}\}\frac{10}{9}\breve{P},\frac{5}{3}$, $\beta\{11.\bar{1}\bar{3}.\bar{6}\}\frac{13}{6},\breve{P}\frac{13}{11}$ hält Verf. nicht für echte Krystallflächen, sondern für zufällige Bildungen irgend einer Art. Die Flächen $u$, $l$, $d$ und $\gamma$ werden jedoch vom Verf. mit aufgeführt, die beiden letzteren jedoch mit Fragezeichen.

Von den neuen Flächen ist $\vartheta$ durch ihre Lage in den Zonen $[(021):(\bar{1}01)]$ und $[(\bar{4}23):(100)]$ bestimmt; bezüglich der übrigen werden folgende Messungen angeführt:

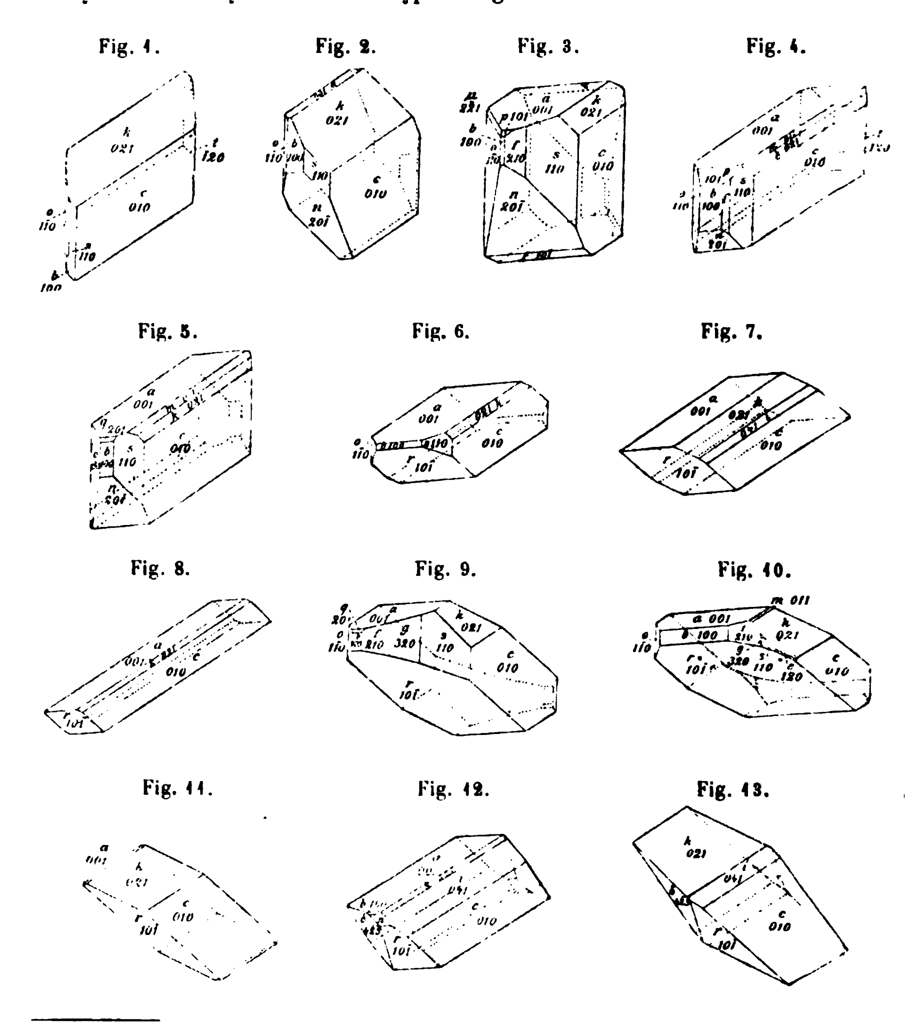
| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $\varkappa:a = (0\bar{2}1):(001) =$ | $55^0\,15'$ | $56^0\,56'\,40''$ |
| $\delta:a = (\bar{4}23):(001) =$ | $62\;\;11$ | $62\;\;20\;\;10$ |
| $\delta:c = (\bar{4}23):(010) =$ | $68\;\;\;9$ | $68\;\;15\;\;10$ |
| $\delta:r = (\bar{4}23):(\bar{1}01) =$ | $(28\;\;35)$ | $29\;\;28\;\;45$ |
| $\varphi:a = (\bar{2}21):(001) =$ | $81\;\;39$ | $81\;\;45\;\;15$ |
| $\varphi:c = (\bar{2}21):(010) =$ | $44\;\;38$ | $44\;\;15\;\;20$ |

Der Habitus der Rhodonite von Harstigen ist ausserordentlich wechselnd, wodurch eine Menge sehr verschiedener, aber durch Uebergänge verbundener Typen entstehen. Nur eine einzige Fläche $c\{010\}$ kommt an diesen immer vor; doch fehlt das Doma $k\{021\}$ selten. Diese beiden Flächen sind fast immer parallel

*) Verf. benutzt in diesem Aufsatze seine eben referirte Bezeichnungsweise mit $P$ für die Formen der Reihe der $a$-Axe.

ihrer Combinationskante gestreift und sind daher, und weil die vollkommenste Spaltbarkeit nach *c* verläuft, leicht erkenntlich, weswegen sie bei der Orientirung eines nicht untersuchten Krystalles den zweckmässigsten Ausgangspunkt darbieten.

Fig. 1 *) stellt Flink's »speerähnlichen Typus« vor, von Hamberg als »Typus *ck*sbo« bezeichnet. Typus *ckna*obs, Flink's »prismatischer Typus«, in Fig. 2 dargestellt, war lange der einzige in der Harstigsgrube gefundene, weshalb alle älteren Angaben über den Rhodonit von Harstigen (Pajsberg) sich ausschliesslich auf diesen Typus beziehen (Igelström, Dauber, Greg, v. Kokscharow, Sjögren und Des Cloizeaux). Die unten als Nr. 3 mitgetheilte Analyse ist mit Krystallen dieses Typus ausgeführt.




*) Bei diesen Krystallfiguren sind die Krystalle ziemlich stark zur Seite gedreht. Der Declinationswinkel ist dabei = 33° 41½' angenommen, die Elevation des Auges = 0° gesetzt.

Figg. 3, 4 und 5 stellen Uebergangsformen zu den sehr gewöhnlichen Krystallen von dem Habitus der Figg. 7 und 8 dar. Nahe verwandt ist auch Typus *acrkobs*, Fig. 6. Typus *acrk*, Figg. 7 und 8, ist der allgemeinste aller bei Harstigen gefundenen Rhodonittypen. Analyse davon ist unter Nr. 4 aufgeführt.

Figg. 9—12 stellen Uebergangsformen dar, von welchen Fig. 11 als Typus *ckra* ausgeschieden wird.

Typus *ckrδ*, Figg. 13 und 14, ist durch das Auftreten der Fläche *δ* als vorherrschende Form charakterisirt. Analyse Nr. 2. — Typus *ckrnδaqbs*, Figg. 15 und 16, flächenreich, für goniometrische Messungen am meisten geeignet, zeigt ausser *δ* die neuen Flächen *φ*, *ϑ* und *κ*. Analyse Nr. 1.

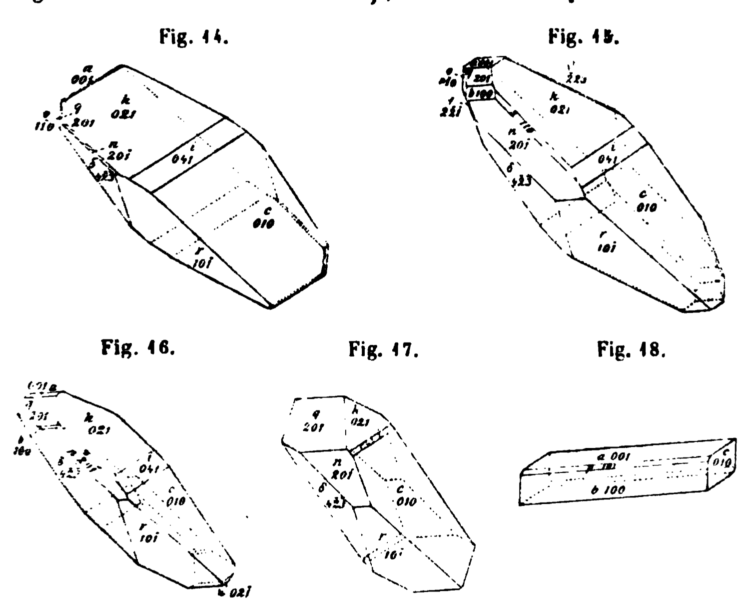


Fig. 14. Fig. 15. Fig. 16. Fig. 17. Fig. 18.

Fig. 17 wird als Typus *ckrnδq* bezeichnet; Fig. 18 als Typus *abcp*?. Der letztgenannte ist nicht an frischen Krystallen beobachtet, sondern nur an jenen eigenthümlichen Karyopilitpseudomorphosen mit Rhodonitkern, über welche Verf. bereits früher berichtet hat*).

Einige verschiedene Rhodonittypen wurden auch chemisch untersucht.

| Analyse | Nr. 1. | 2. | 3. | 4. | 5. |
|---|---|---|---|---|---|
| Typus | *ckrnδaqbr* | *ckrδ* | *cknaobs* | *acrk* | *cknaobs*? |
| $SiO_2$ | 46,49 | 46,35 | 46,53 | 45,86 | 46,46 |
| $Al_2O_3$ | 0,41 | — | 0,15 | — | — |
| $FeO$ | 0,84 | 0,53 | 3,03 | 0,36 | 3,31 |
| $MnO$ | 43,60 | 45,25 | 43,20 | 45,92 | 41,88 |
| $MgO$ | 0,90 | 0,84 | 0,72 | 1,65 | 0,91 |
| $CaO$ | 7,18 | 6,96 | 6,50 | 6,40 | 8,13 |
| | 99,42 | 99,93 | 100,13 | 100,19 | 100,69 |

*) »Mineralogische Studien 12«, diese Zeitschr. **20**, 395.

Analyse Nr. 5 ist diejenige von Igelström; die übrigen wurden von N. Sahlbom und G. Paijkull für den Verf. ausgeführt.

So verschieden also die krystallographische Entwickelung der Typen auch sein mag, so ist doch die chemische Zusammensetzung eine sehr gleichartige. Nur der Typus *ckna* obs weicht durch einen etwas höheren Eisenoxydulgehalt ab.

Ref.: H. Bäckström.

**8. A. Hamberg** (in Stockholm): **Bemerkungen über die sogenannten neuen Mineralien „Astochit" und „Dahllit"** (Geolog. Föreningens i Stockholm Förhandlinger 1891, **13**, 801).

Ueber die »Bemerkung«, den Astochit betreffend, ist S. 158 unter Sjögren berichtet.

Hamberg greift die Selbständigkeit des von W. C. Brögger und dem Ref. beschriebenen Dahllit*) an, auf die Aehnlichkeit mit dem von Stein zuerst erwähnten Staffelit hinweisend. Nach den mitgetheilten Analysen zu urtheilen, wäre der einzige Unterschied in chemischer Beziehung der, dass der Dahllit 6,29 % $CO_2$, dagegen kein Fluor führt, während die Staffelite von Staffel und Diez 3,19 $CO_2$ und 3,05 *Fl* resp. 4,25 $CO_2$ und 2,46 *Fl* enthalten. [Hamberg versieht die Fluorangaben mit Fragezeichen, die aber völlig unberechtigt sind; es gelang dem Ref. leicht, einen Fluorgehalt im Staffelit nachzuweisen.] Um diese Abweichungen in dem Gehalte an $CO_2$ und *Fl* zu erklären, nimmt Hamberg eine Isomorphie zwischen Dahllit und Apatit an, und bekommt dann den Staffelit als isomorphe Mischung von beiden.

Ref. hat Dünnschliffe des Staffelit von Staffel untersucht. Es zeigt sich der Staffelit als ein gutes, homogenes Mineral, das in Lichtbrechung und Doppelbrechung dem Dahllit sehr ähnlich ist, auch ist bei beiden die Längsrichtung der Faser optisch negativ. Von einer mechanischen Beimischung von Apatit kann also hier nicht die Rede sein, aber auch die von Hamberg supponirte Isomorphie kann nicht angenommen werden. Denn nach dem Fluorgehalte zu urtheilen sollte der Staffelit 80 % Apatit enthalten, nach dem Kohlensäuregehalte dagegen 50 % Dahllit. — Dahllit und Staffelit sind ja offenbar beide Umwandlungsproducte von Apatit, aber beide sind Endproducte und beide homogene Substanzen. In dem einen Falle besteht die Umwandlung hauptsächlich in der Addition von Kohlensäure, und das neugebildete Mineral enthält fast den ganzen Fluorgehalt des Apatits; im Falle des Dahllits dagegen ist der Fluorgehalt ganz verschwunden. Staffelit und Dahllit scheinen demnach nicht verschiedene Phasen in der Umwandlung darzustellen, sondern verschiedene Richtungen, und nehmen deshalb eine selbständige Stellung neben einander ein.

Ref.: H. Bäckström.

**9. F. de Memme** (in Genua): **Untersuchungen über die tetraternären Krystallformen** (Genua, Pellas 1888). — Nimmt man eine Anzahl Kugeln und verbindet sie in folgender Weise: Zunächst fügt man die drei ersten aneinander und legt dann die vierte in die von jenen gebildete Höhlung, die fünfte in jene, welche von zwei, drei und vier gebildet wird, die sechste in jene, welche von drei, vier und fünf gebildet, u. s. f., so erhält man einen cylinderähnlichen Körper, in welchem die Kugeln, wie F. Delphino gezeigt hat, angeordnet sind wie die Blätter von Quincunciale Phyllotax. Die auf einer einem Cylinder umschriebenen Schraubenlinie liegenden Kugelmittelpunkte bilden die Ecken von regulären,

*) Diese Zeitschr. **17**, 426.

gleichen Tetraëdern, deren je zwei eine Fläche gemeinsam haben. Diese Reihe nennt der Verf. »helicotetraëdrische Säule«, ihre Axe und Normalschnitt ist derselbe, wie jene der dem Cylinder umschriebenen Schraubenlinie. Der Winkel, um welchen ein Tetraëder gedreht werden muss, um in die Lage des nächstfolgenden zu gelangen, ist 131° 48′ 5″. Dieser Winkel entspricht jenem von (211): (2̄11) oder (122):(010) im regulären Systeme. Ermittelt man das Miller'sche Symbol des Säulennormalschnittes in Beziehung auf die Axen des ersten Tetraëders, so findet man (102̄), d. i. eine Fläche von $\pi\{210\}$, die Säulenaxe ist mithin senkrecht zu (102̄). Denkt man sich nun über jeder Fläche des ersten Tetraëders *ABCD* eine helicotetraëdrische Säule, so erhält man drei Säulen mit demselben gemeinschaftlichen Tetraëder. Bildet man nun auch noch in dem zweiten Tetraëder *BCDE*, welches mit dem ersten die Fläche *BCD* gemeinsam hat, über den drei freien Flächen je eine solche Säule (Hemiterne), so werden diese mit den vorhergehenden drei eine Terne von Säulen gleicher Rotation bilden. Diese Terne kann man sich entstanden denken durch zwei aufeinander folgende Rotationen von 120° der ersten Säule um die Verbindungslinie der entgegengesetzten Ecken der beiden ersten Tetraëder. Eine Gerade ⊥ zu *BCD* wird als Axe der Terne bezeichnet. Säulenaxe und Ternenaxe fallen nicht zusammen.

Denkt man sich die Normalen zu vier Flächen des Tetraëders als die Axen von vier Ternen, dann fallen die Axen der zwölf Säulen (von denen je zwei parallel sind) mit den Normalen der zwölf Pyritoëderflächen zusammen. Diesen Säulencomplex bezeichnet der Verf. als »Tetraterne« und als Kern derselben dasjenige Tetraëder, welches die vier Säulen gemeinschaftlich haben. Die Tetraterne hat kein Centrum und die Coordinatenebenen können keine Symmetrieebenen sein. Trotzdem nun die zwölf Ebenen der Normaldurchschnitte, deren Richtungen nur von jenen der Säulenaxe abhängen, eine parahemiëdrische (pentagonale) Form begrenzen, ist die Tetraterne doch tetartoëdrisch, d. h. sie hat mit den tetartoëdrischen Formen die Symmetrieverbindungen gemein, deren Symbole nach Mallard $3\Lambda^2$, $4L^3$, $0L^2$, $0C$, $0\Pi^4$, $0P^2$ sind.

Eine Tetraterne mit entgegengesetzter Rotation wie die vorliegende wird das Pyritoëder $\pi\{120\}$ geben; die Tetraterne wird aber mit der ersten enantiomorph sein. Zwei entgegengesetzte Tetraternen mit gemeinschaftlichen oder sehr nahe liegenden Kernen stellen die holoëdrische Form {201} oder auch den Pyritzwilling (des eisernen Kreuzes) dar. Den Flussspathzwilling nach {111} könnte man sich denken als zwei Hexaëder, von denen das eine gegen das andere um die einspringende Kante [010 : 01̄0], welche einer Flächennormale von {210} entspricht, um einen Winkel von 131° 48′ 5″ gedreht ist. Das optische Drehungsvermögen jener Krystalle, welche Combinationen von Tetraëder und Pyritoëder zeigen, scheinen dem Verf. als Beweis für seine Theorie zu dienen, ebenso die Experimente von Reusch, Sohncke und Wyrouboff.

Um die Existenz von regulären Krystallen ohne Drehungsvermögen zu erklären, ist der Verf. der Ansicht, dass die Mallard'sche Erklärung des Reusch'schen Versuches für Platten von molekularer Dicke nicht gilt, da in diesem Falle der Complex asymmetrisch ist und kein Drehungsvermögen zeigt (?). Er schliesst, dass die regulären Individuen tetartoëdrisch sind und die hemiëdrischen und holoëdrischen Krystalle Zwillinge. In den plagiëdrisch-hemiëdrischen durchdringen sich zwei reguläre gleiche Individuen in den alternirenden Oktanten, diese Structur lässt keine Symmetrieebene zu. In den tetraëdrisch-hemiëdrischen durchdringen sich zwei reguläre enantiomorphe Individuen, von den 24 verschiedenen Elementen wechseln je zwölf mit den zwölf entgegengesetzten in jenen Räumen, welche durch

binäre und quaternäre Ebenen dargestellt werden. In der pentagonalen Hemiëdrie durchdringen sich zwei reguläre enantiomorphe Individuen in den alternirenden Oktanten, die 24 Elemente der Form $\pi\{hkl\}$ sind symmetrisch gegen die Coordinatenebene. Die holoëdrischen Krystalle sind Doppelzwillinge: vier reguläre (je zwei enantiomorphe) durchdringen sich mit ihren Elementen in den sechs Räumen jedes alternirenden Oktanten. Die 48 Elemente, welche den Flächen von $\{khl\}$ entsprechen, sind gleichzeitig symmetrisch gegen die zweizähligen und vierzähligen Ebenen. Der Verf. hält den Pyrit, gestützt auf die Beobachtungen Strüver's, für tetartoëdrisch. Er schlägt schliesslich vor, die regulären Krystalle tetraternär zu nennen, da alle Formen dieses Systems vier dreizählige Axen besitzen.

Ref.: G. Bartalini.

**10. F. de Memme** (in Genua): **Die helicotetraëdrische Säule in den tetraternären Combinationen** Ateneo Ligure, Gennaio-Marzo 1889). — Die Arbeit ist eine Fortsetzung der obigen und beschäftigt sich weiterhin mit den geometrischen Beziehungen zwischen den Formen des regulären (tetraternären) Systems. Denkt man sich auf jeder Fläche des Tetraternenkernes ein gleichseitiges, concentrisch und gleich gelegenes Dreieck construirt, von $\frac{1}{10}$ der Flächenhöhe, so erhält man die Ecke eines verzerrten Cubooktaëders, in welchem die Seiten der Rechtecke das Verhältniss 1 : 3 haben und deren Diagonalen parallel den Säulenaxen der rechts- und linksdrehenden Tetraternen, d. h. senkrecht zu den Flächen von $\{210\}$ sind.

Bestimmt man nun die Normaldurchschnitte von zwei entgegengesetzten Tetraëdern, deren Kern das Tetraëder *BCDE* ist, welches an der Fläche *BCD* des ersten Tetraëders liegt und vertauscht auf alle mögliche Arten die Buchstaben *ABCD*, so findet man die Symbole der zwölf Schraubenlinien, welche $\{210\}$ geben. Betrachtet man in gleicher Weise *BCDE*, so findet man nur sechs neue Säulen, drei rechtsdrehende und drei linksdrehende; sucht man den Normaldurchschnitt (auf die Axen von *ABCD* bezogen) einer dieser Säulen, so findet man das Symbol (254). Dreht man nun das Ganze um 120° um die dreizählige Axe senkrecht zu (111) und alsdann um die drei Tetraëderaxen, so erhält man alle Flächen des Hexakisoktaëders $\{542\}$. Wendet man die genannte Construction auf das Tetraëder *BCDE* an, so kann man leicht die Normalen dieser Flächen bestimmen.

Ref.: G. Bartalini.

**11. G. Freda** (in Neapel): **Chemische Zusammensetzung sublimirter Salze vom Vesuv** (Gazetta Chimica Ital. 1889, **19**, 16).

I. Stalaktiten vom Vesuvkrater aus dem Jahre 1884.

| 1. Löslicher Theil: | | 2. Unlöslicher Theil: | |
|---|---|---|---|
| $CaSO_4$ | 1,22 | $SiO_2$ | 0,48 |
| $KCl$ | 58,67 | $CaCO_3$ | 0,84 |
| $NaCl$ | 33,06 | $MgCO_3$ | 1,23 |
| $CaCl_2$ | 1,78 | $Al_2O_3$ | 0,37 |
| $MgCl_2$ | 0,89 | $Fe_2O_3$ | 0,16 |
| $LiCl$ | 0,07 | $CuO$ | |
| Unlöslich. Rückstand | 3,08 | $MnO$ | Spur |
| Wasser und Verlust | 1,33 | $NiO$ | |
| | 100,00 | | 3,08 |

II. Knollenförmige Krusten; vom Krater aus dem Jahre 1875.
III. Salz in würfligen Krystallen; vom Krater aus dem Jahre 1881.
IV. Grosse, weisse Stalaktiten; vom Krater aus dem Jahre 1886.
V. Knollenförmige, weisse Krusten; von Maurolava 1887.
VI. Weisse, salzige, grünlich gefleckte Krusten; von Maurolava 1888.

| | II. | III. | IV. | V. | VI. |
|---|---|---|---|---|---|
| *KCl* | 66,38 | 68,20 | 15,41 | 43,71 | 24,18 |
| *NaCl* | 32,11 | 31,03 | 81,93 | 54,20 | 73,89 |
| $CaSO_4$ | — | — | 1,26 | — | — |
| | 98,49 | 99,23 | 98,60 | 97,91 | 98,07 |

Auch in diesen Sublimationen herrscht, wie bei den von A. Scacchi untersuchten, das Chlorkalium stets über das Chlornatrium vor. Es rührt dies nach dem Verf. von der Zersetzung des Orthoklases und Leucits durch Meerwasser her und ausserdem noch von der grösseren Flüchtigkeit des *KCl* gegenüber dem *NaCl*. Es könnte dies vielleicht auch ein Licht auf die wechselnde Zusammensetzung des Leucits werfen.

Ref.: G. Bartalini.

**12. M. Bellati** und **S. Lussana** (in Padua): **Ueber die specifische und Umwandlungswärme von Schwefel- und Selensilber, Schwefel- und Selenkupfer** ($Ag_2S$, $Ag_2Se$, $Cu_2S$, $Cu_2Se$) (Atti Istit. Venet. 1880 (6), 7, 1051). — Die Verf. haben früher*) an den Kupfer- und Silberseleniden einige merkwürdige Anomalien in den elektrischen Widerständen bei gewissen Temperaturintervallen constatirt, welche mit gewissen Anomalien in der Erwärmungs- und Abkühlungsgeschwindigkeit zusammenfallen. Sie haben daher diese Erscheinungen calorimetrisch weiter verfolgt. Zur Untersuchung diente ein Bunsen'sches Calorimeter, als Erwärmungsapparat ein grosser mit Oel gefüllter Cylinder, welcher ständig in Bewegung gehalten wurde. Als kleine Calorie wird der hundertste Theil jener Wärmemenge bezeichnet, welcher nothwendig ist, um 1 g Wasser von 0° auf 100° zu erhitzen. Die Selenide sind die schon in der früheren Arbeit verwendeten. Die Sulfide wurden durch wiederholtes Schmelzen dargestellt.

| $Cu_2S$ | | | | $Ag_2S$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Zeit | Temperat. | Zeit | Temperat. | Zeit | Temperat. | Zeit | Temperat. |
| 0^m | 75° | 156,0 | 104° | 0^m | 120° | 94,5 | 160° |
| 14,2 | 80 | 165,5 | 105 | 8,5 | 125 | 112,8 | 165 |
| 31,3 | 85 | 175,5 | 107 | 18,5 | 130 | 136,0 | 170 |
| 50,5 | 90 | 190,5 | 110 | 28,5 | 135 | 190,5 | 175 |
| 72,2 | 95 | 217,0 | 115 | 39,0 | 140 | 230,5 | 180 |
| 103,5 | 100 | 248,0 | 120 | 51,5 | 145 | 260,5 | 185 |
| 125,5 | 102 | 283,0 | 125 | 64,5 | 150 | 297,5 | 190 |
| 141,0 | 103 | — | — | 79,0 | 155 | — | — |
| Aeussere Temperatur ungefähr 146°. | | | | Aeussere Temperatur ungefähr 200°. | | | |

*) Einige elektr. Unters. an Kupfer- und Silberseleniden (Atti Ist. Venet. 1887 (6), 6, 189).

Aus dem obigen und dem früher gefundenen Resultate ergiebt sich, dass beim Erhitzen die Umwandlung eintritt

für $Cu_2Se$ bei 110°
- $Ag_2Se$ - 133
- $Cu_2S$ - 103
- $Ag_2S$ - 175

In den folgenden Tabellen wird mit $t$ die Temperatur, mit $q$ die Wärmemenge bezeichnet, welche der Körper beim Abkühlen von $t^0$ auf $0^0$ verliert. Die Verf. berechnen aus diesen Elementen mittelst der Methode der kleinsten Quadrate zwei Formeln, in welchen die Wärmemengen vor und nach der Umwandlung $q$ und $q_1$ als Functionen von $t$ gegeben werden. Hieraus berechnen sie, für die Temperatur $t$, die wahre specifische Wärme $\frac{dq}{dt}$, welche mit $\gamma$ und $\gamma_1$ für die obere und untere Temperatur bezeichnet wird; aus denselben Formeln folgt auch die Umwandlungswärme $\lambda$ und die specifische Wärme $c$ und $c_1$ zwischen $0^0$ und $t^0$ vor und nach der Umwandlung.

$Cu_2Se$.

| Zahl | $t$ | $q$ Beobachtet | $q$ Berechnet | Differenz |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 23,43 | 2,809 | 2,829 | +0,020 |
| 2 | 27,04 | 2,738 | 2,716 | —0,022 |
| 3 | 45,50 | 4,783 | 4,776 | —0,007 |
| 4 | 48,25 | 5,080 | 5,090 | +0,010 |
| 5 | 68,55 | 7,431 | 7,431 | 0,000 |
| 6 | 136,3 | 19,64 | 19,64 | 0,00 |
| 7 | 136,7 | 19,67 | 19,68 | +0,01 |
| 8 | 175,2 | 23,85 | 23,85 | 0,00 |
| 9 | 198,4 | 25,75 | 25,71 | —0,04 |
| 10 | 215,3 | 27,48 | 27,51 | +0,03 |

$$q = 0{,}09104\,t + 0{,}00041057\,t^2 - 0{,}000002295\,t^3,$$
$$q_1 = 9{,}308 + 0{,}06084\,t + 0{,}00011007\,t^2$$
$$= 17{,}332 + 0{,}08505\,(t - 110) + 0{,}00011007\,(t - 110)^2.$$
$$\lambda = 5{,}405.$$
$$\gamma = 0{,}09104 + 0{,}00082114\,t - 0{,}0000068853\,t^2,$$
$$\gamma_1 = 0{,}06084 + 0{,}00022014\,t,$$
$$c = 0{,}09104 + 0{,}00041057\,t - 0{,}000002295\,t^2,$$
$$c_1 = 0{,}06084 + 0{,}00011007\,t.$$
$$\gamma \text{ zu } 110^0 = 0{,}09805; \quad \gamma_1 \text{ zu } 110^0 = 0{,}08505.$$

$Ag_2Se$.

| Zahl | $t$ | $q$ Beobachtet | $q$ Berechnet | Differenz |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 36°,6 | 2,345 | — | — |
| 2 | 37,2 | 2,451 | — | — |
| 3 | 79,3 | 5,431 | 5,421 | —0,010 |
| 4 | 96,1 | 6,546 | 6,568 | +0,022 |
| 5 | 101,4 | 6,940 | 6,932 | —0,008 |
| 6 | 109,6 | 7,495 | 7,493 | —0,002 |
| 7 | 140,5 | 15,27 | 15,25 | —0,02 |
| 8 | 144,0 | 15,47 | 15,49 | +0,02 |
| 9 | 183,3 | 18,14 | 18,18 | +0,04 |
| 10 | 187,0 | 18,46 | 18,43 | —0,03 |

$$q = 0{,}06836\,t;\; q_1 = 5{,}632 + 0{,}06843\,t$$
$$= 14{,}734 + 0{,}06843\,(t - 133),$$
$$\lambda = 5{,}641;\; \gamma = c = 0{,}06836;\; \gamma_1 = c_1 = 0{,}06843.$$

$Cu_2S$.

| Zahl | $t$ | $q$ Beobachtet | $q$ Berechnet | Differenz |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 39°,7 | 4,546 | 4,536 | —0,010 |
| 2 | 60,8 | 7,091 | 7,104 | +0,013 |
| 3 | 84,9 | 9,786 | 9,781 | —0,005 |
| 4 | 113,8 | 19,87 | 19,85 | —0,02 |
| 5 | 115,8 | 20,11 | 20,15 | +0,04 |
| 6 | 136,3 | 23,26 | 23,25 | —0,01 |
| 7 | 136,5 | 23,27 | 23,28 | +0,01 |
| 8 | 158,2 | 26,56 | 26,52 | —0,04 |
| 9 | 161,2 | 26,97 | 26,96 | —0,01 |
| 10 | 190,3 | 31,21 | 31,23 | +0,02 |

$$q = 0{,}10938\,t + 0{,}00012267\,t^2,$$
$$q_1 = 1{,}924 + 0{,}16269\,t - 0{,}0000456\,t^2$$
$$= 18{,}197 + 0{,}15330\,(t - 103) - 0{,}0000456\,(t - 103)^2.$$
$$\lambda = 5{,}630.$$
$$\gamma = 0{,}10938 + 0{,}0002453\,t;\; \gamma_1 = 0{,}16269 - 0{,}0000912\,t,$$
$$c = 0{,}10938 + 0{,}0001227\,t;\; c_1 = 0{,}16269 - 0{,}0000456\,t,$$
$$\gamma \text{ zu } 103^0 = 0{,}13465;\; \gamma_1 \text{ zu } 103^0 = 0{,}15330.$$

$Ag_2S$.

| Zahl | $t$ | $q$ Beobachtet | $q$ Berechnet | Differenz |
|---|---|---|---|---|
| 1 | 90°,0 | 6,729 | 6,734 | +0,005 |
| 2 | 121,3 | 9,213 | 9,204 | —0,009 |
| 3 | 160,3 | 12,372 | 12,376 | +0,004 |
| 4 | 186,0 | 18,43 | 18,42 | —0,01 |
| 5 | 201,1 | 19,77 | 19,77 | 0,00 |
| 6 | 221,1 | 21,54 | 21,55 | +0,01 |

$q = 0.07177t + 0,0000339t^2$; $\eta_1 = 1,8407 + 0,089145t$
$= 17,441 + 0,08915(t - 175)$.
$\lambda = 3,843$.
$\gamma = 0,07177 + 0,0000678 2 t$; $\gamma_1 = c_1 = 0,0891 4$.
$c = 0,07177 + 0,0000339 1 t$; $\gamma$ zu $175^0 = 0,08364$.

Auffallend ist, dass beim $Ag_2S$ von 79° bis zur Umwandlung die specifische Wärme und der elektrische Widerstand fast constant bleiben.

Ref.: G. Bartalini.

**13. L. Bombicci** (in Bologna): **Ueber den sicilianischen Bernstein** (R. Accad d. Sc. Istit. di Bologna, 9. Febr. 1890). — Der Verfasser giebt eine Beschreibung der in der Universitäts-Sammlung zu Bologna befindlichen Bernsteine namentlich der an den Küsten des catanischen Meeres und in den tertiären Mergeln am Flusse Giaretta (Simetum) vorkommenden wasserhellen und fluorescirenden Varietäten, welche anderwärts ausserordentlich selten und in Italien sich nur in den Gegenden mit Schwefelformation finden. Bezüglich des Ursprungs des gelben Bernsteins und ihm ähnlicher Harze vertritt Verfasser die Ansicht, dass derselbe nicht als ein von Coniferen abgelaufenes und direct fossilisirtes Harz zu betrachten sei, sondern als ein bitumenartiger Körper, welcher sich durch langsame Umwandlung von pflanzlichen Secreten und sich zersetzenden Pflanzen gebildet habe. Er führt hiefür namentlich an, dass der Bernstein in der Romagna und in Sicilien sich auch an solchen Orten findet, wo bitumenartige Körper sich bildeten und noch bilden, ferner dass die eigenthümliche Fluorescenz keine Eigenschaft unzersetzter Harze sei, wohl aber von Kohlenwasserstoffen, natürlichen sowohl als künstlichen. Auch fänden sich stufenweise Uebergänge von gelbem zu ganz schwarzem bituminösen Bernstein. Verfasser verneint zwar nicht die Existenz einer Pinus succinifera, findet es aber sonderbar, dass man diese Pflanze nicht öfter neben dem Bernstein gefunden hat.

Ref.: G. Bartalini.

**14. G. Grattarola** (in Florenz): **Beiträge zur Mineralogie und Krystallographie** (Beccarit, Oryzit und Lithofellinsäure, Proc. verb. d. Soc. Toscana di Scienze Naturali, 4 Maggio 1890).

1) Beccarit. Diese, vom Verfasser bereits früher (d. Zeitschr. **4**, 398) beschriebene Zirkonvarietät hat Verfasser nochmals optisch untersucht. Eine 0,8 mm dicke basische Platte zeigt eine Theilung in vier Sectoren. An einer homogenen Stelle ergab sich, dass die Axenebene wohl normal zur Platte steht, ihre Durchschnittsrichtung mit der Kante [110 : 001] aber einen Winkel von etwa 15° einschliesst. $2E = 19^0 44' 10''$. Die Mittellinie steht nicht senkrecht zur Platte, sondern eine Axe ist unter $14^0 44' 40''$, die andere untere $4^0 59' 30''$ gegen die Plattennormale geneigt. An einem Prisma mit dem brechenden Winkel $35^0 40' 20''$ und parallel der ersten Mittellinie ergab sich für *Na*-Licht $\beta = 1,9277$, $\gamma = 1,9820$; hieraus folgt $2V = 10^0 10' 28''$ und eine Neigung von $2^0 30'$ der Mittellinie. $\alpha$ berechnet sich zu 1,9272. Ein Krystall der gewöhnlichen Combination {110}, {111}, {311} ergab folgende Werthe: $a : c = 1 : 0,6407$.

| | Gemessen: | Grenzen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(111):(\bar{1}\bar{1}1)$ | $= 84^0 21' 35''$ | $84^0 20' 50'' — 84^0 22' 20''$ | — |
| $(111):(1\bar{1}1)$ | $= 56\ 25\ 45$ | 56 25 10 — 56 26 30 | $56^0 41' 30''$ |
| $(111):(\bar{1}11)$ | $= 56\ 42$ | 56 41 — 56 43 | |
| $(111):(110)$ | $= 47\ 46\ 3$ | 47 42 20 — 47 49 10 | 47 49 12 |

(311} folgt aus dem Zonenverband. Optische Eigenschaften wie oben, Sectorentheilung weniger deutlich. Spec. Gewicht 4,654.

Ein anderer Krystall zeigt {110}, {111}, {221}(?) $a : c = 1 : 0,6438$.

| Gemessen: | Grenzen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(11̄1) = 84° 37′ 50″ | 84° 46′ 10″ — 84° 30′ 30″ | — |
| (111):(110) = 47 39 50 | 47 34 30 — 47 46 20 | 47° 41′ 5″ |
| (111):(221) = 18 46 20 | — | 18 54 33 |

Die verschieden gefärbten Varietäten zeigen ein verschiedenes spec. Gewicht; grüne 4,05—4,3, gelbgrüne 4,3—4,5, gelbe, röthliche und farblose 4,69—4,75.

2. Oryzit. Der Verfasser fand durch eine Neuuntersuchung an besserem Material, dass dieser früher (diese Zeitschr. 4, 640) von ihm für asymmetrisch gehaltene Zeolith dem monosymmetrischen Systeme angehört:

$$a : b : c = 0,3705 : 1 : 0,1998; \ \beta = 84^0\,38'\,11''.$$

Beobachtete Formen: {110}, {011}, {010}, ausserdem ein unvollkommenes Klinodoma, das etwa 2½° mit (010) bildet. Optische Eigenschaften sind nicht festzustellen.

| Gemessen: | Grenzen: | Kanten: |
|---|---|---|
| (110):(11̄0) = 40° 30′ | 38° 20′ — 41° 59′ | 12 |
| (011):(01̄1) = 22 30 | 21 31 — 23 42 | 11 |
| (110):(011) = 81 10 | schwankt um 2° | 8 |

3. Lithofellinsäure (siehe diese Zeitschr. 4, 399). Zu den früheren, unvollständigen Angaben fügt der Verfasser folgende neue hinzu: Die Krystalle zeigen ein hexagonales Prisma mit der Basis und untergeordnet ein Rhomboëder. Die Flächen des Prismas sind indessen nicht tautozonal, sondern laufen zu je dreien gegen die Enden zusammen. Die Kantenwinkel sind nur alternirend gleich und betragen 61° 4′ 3″ und 58° 57′ 41″. An Stelle der Basis tritt eine sehr stumpfe Pyramide, mit ungefähr 1° Neigung je zweier einander gegenüberliegenden Flächen. Ihre Neigung zu den Prismen beträgt 90° 50′ 48″ an jenen Kanten, wo sich die Rhomboëderflächen befinden und 89° 20′ 4″ an den anderen. Die Rhomboëderflächen bilden mit dem anstossenden Sector der Basis einen Winkel von 70° 42′ 37″ (Mittel von 12 W). Optisch zeigen Platten nach der Basis die schon früher beobachtete Theilung in sechs zweiaxige in die Mitte zusammenstossende Dreiecke. Die Krystalle stellen also mimetische, pseudohexagonale Sammelindividuen von asymmetrischen Elementen dar, deren Constanten bis jetzt nicht zu bestimmen sind.

Ref.: G. Bartalini.

15. **F. de Memme** (in Genua): **Ueber einige Haueritkrystalle** (Genova. Soc. Ligustica, Dicembre 1890). — Die Krystalle zeigen ausser den gewöhnlichen Flächen {111} und {100} auch ab und zu solche von $\pi\{210\}$? und $\pi\{321\}$?. Zwei der grössten Krystalle bestehen aus sechs, im Centrum zusammenstossenden Büscheln von radialfaserigem Gefüge, welche äusserlich unvollkommene Krystallflächen bilden. Jeder Krystall zeigt auf den Würfelflächen eine Einhöhlung, welche von Oktaëderflächen begrenzt ist. Beim Zerschlagen brechen die Krystalle nach den Hauptsymmetrieebenen durch, weswegen der Verfasser glaubt, dass dieselben Sammelindividuen aus acht parallelen Elementen seien.

Ref.: G. Bartalini.

**16. E. Artini** (in Mailand): **Ueber die Krystallform einiger organische Verbindungen** (Giorn. di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **2**, 35).

### 1. Glutaminsäure.

Dargestellt von A. Menozzi. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Rhombisch, sphenoidisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,6875 : 1 : 0,8548.$

Beobachtete Formen: {100}*, {010}, {001}, {110}, {120}*, {021}*, {011} {012}*, κ{111}, κ{1$\bar{1}$1}, κ{121}*, κ{1$\bar{2}$1}. Die mit * bezeichneten Formen sind neu. Habitus meist holoëdrisch, seltener hemiëdrisch durch ungleiche Entwickelung von κ{111} und κ{1$\bar{1}$1} oder durch das Auftreten von κ{121} oder κ{1$\bar{2}$1}. Die Flächenbeschaffenheit im Allgemeinen gut, {121} und {1$\bar{2}$1} etwas gerundet, aber stets durch Zonenverband bestimmbar. Axenverhältniss, für rechtsdrehende Krystalle berechnet, stimmt mit jenem von Oebbeke ziemlich gut überein.

| Winkel: | Gemessen: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 69° 1' | 9 | — |
| (111):(001) = | 56 29 | 9 | — |
| (100):(110) = | 34 29 | 2 | 34° 30½' |
| (110):(120) = | 19 44 | 1 | 19 28 |
| (110):(111) = | 33 35½ | 4 | 33 32 |
| (111):(11$\bar{1}$) = | 67 9 | 1 | 67 4 |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | 56 17 | 3 | 56 22 |
| (111):(100) = | 46 19 | 2 | 46 37 |
| (111):($\bar{1}\bar{1}$1) = | 113 8 | 1 | 112 56 |
| (111):(011) = | 43 34 | 3 | 43 23 |
| (011):(001) = | 40 31½ | 7 | 40 31½ |
| (011):(021) = | 19 18 | 5 | 19 9 |
| (021):(010) = | 30 13 | 2 | 30 19 |
| (012):(001) = | 23 9½ | 2 | 23 9 |

Spaltbarkeit unvollkommen nach {001}. Optische Axenebene parallel {010}. Starke Dispersion der optischen Axen. In Sesamöl ($n = 1,4718$ *Li* und 1,4750 *Na*) wurde gemessen $2H_a = 43° 41'$ (*Li*) und 44° 6' (*Na*). An einem natürlichen Prisma, gebildet von (110) und (1$\bar{1}$0), wurde gemessen $\beta = 1,6015$ und $\gamma = 1,6187$ für *Na*-Licht, hieraus und aus $2H_a$ folgt $2V_a = 40° 27'$ (*Na*). Dies stimmt überein mit Oebbeke's Beobachtungen.

### 2. Glutaminsäurechlorhydrat.

Krystalle aus verdünnter Salzsäure.

Krystallsystem: Rhombisch, sphenoidisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,8852 : 1 : 0,3866.$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {210}, {110}, {120}*, {011}, {201}. κ{111}*, κ{1$\bar{1}$1}*, κ{211}, κ{2$\bar{1}$1}, jene mit * sind neu. Prismatisch nach [010] oder tafelig nach {010}. {120} selten. Flächen gut spiegelnd. Axenverhältniss aus den ersten neun Winkeln nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet, es stimmt ziemlich mit dem von Becke gefundenen. Der Letztere hat den hemiëdrischen Charakter der Krystalle nicht beobachtet.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Auf $a:b:c = 0,885232:1:0,386631$ berechnet: |
|---|---|---|---|
| *(010):(110) | = 48° 32′ | 7 | 48° 29′ |
| *(010):(210) | = 66 9 | 6 | 66 7½ |
| *(100):(210) | = 23 50 | 4 | 23 52½ |
| *(011):(01̄1) | = 42 20 | 7 | 42 17 |
| *(201):(211) | = 16 14 | 7 | 16 14 |
| *(201):(2̄01) | = 82 17 | 5 | 82 17 |
| *(201):(011) | = 45 23 | 7 | 45 23 |
| *(211):(011) | = 39 5½ | 12 | 39 10 |
| *(011):(111) | = 22 12 | 5 | 22 10 |
| (100):(110) | = 41 26 | 1 | 41 31 |
| (120):(100) | = 60 32 | 2 | 60 32 |
| (120):(010) | = 29 23 | 1 | 29 28 |
| (010):(011) | = 68 44 | 3 | 68 52 |
| (100):(201) | = 48 52 | 3 | 48 52 |
| (210):(201) | = 53 0 | 3 | 53 1 |
| (210):(011) | = 81 37 | 2 | 81 36 |
| (110):(201) | = 60 32 | 2 | 60 29 |
| (100):(111) | = 68 0 | 1 | 67 50 |
| (110):(111) | = 59 50 | 1 | 59 45 |
| (201):(111) | = 25 53 | 2 | 26 0 |
| (100):(211) | = 50 46 | 2 | 50 50 |
| (110):(211) | = 48 53 | 2 | 48 50 |
| (011):(21̄1) | = 54 54 | 2 | 55 0 |
| (010):(211) | = 73 46 | 2 | 73 46 |
| (211):(2̄1̄1) | = 87 27 | 1 | 87 23 |
| (111):(21̄1) | = 39 37 | 1 | 39 41 |

Vollkommene Spaltbarkeit nach {100}. Die wasserhellen Krystalle sind positiv und negativ. Bei den positiven (rechtsdrehenden) fand sich mit $x${211} stets nur $x${11̄1} und niemals $x${111}.

Die Ebene der optischen Axen ist parallel {100}; erste Mittellinie positiv und senkrecht zu {010}. Schwache Dispersion, $\varrho > v$. In Olivenöl ($n = 1,4728$ *Li* und $1,4758$ *Na*) wurde gefunden: $2H_a = 75^0 24'$ (*Na*) und $2H_0 = 118^0 58'$ (*Na*), hieraus berechnet sich $2V_a = 70^0 44'$. Durch ein Prisma [010 : 01̄0] wurde gemessen $\beta = 1,5582$ (*Na*), berechnet 1,5592; an einem Prisma [010 : 11̄0] wurde gefunden $\alpha = 1,5461$ (*Na*).

### 3. Natriumglutamat, $C_5H_8NO_4Na$.

Dargestellt von A. Menozzi. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Monoklin.

$$a:b:c = 1,013:1:0,864; \ \beta = 82^0 1'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {120}, {1̄01}, {1̄02}. Habitus theils prismatisch nach [010], theils tafelig nach [001]. Die Flächen der Zone [010] sind, mit Ausnahme von {100}, parallel [010] gestreift. {1̄01} ist untergeordnet.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(110) | = 45° 5′ | 6 | — |
| (100):(001) | = 82 1 | 5 | — |
| (100):(102) | = 73 48 | 6 | — |
| (100):(120) | = 63 41 | 5 | 63°30 |
| (120):(120) | = 52 31 | 1 | 53 0 |
| (100):(101) | = 54 16 | 1 | 54 12 |
| (110):(001) | = 84 18 | 4 | 84 22 |
| (120):(001) | = 86 12 | 3 | 86 27 |
| (110):(102) | = 78 54½ | 2 | 78 38 |
| (120):(102) | = 83 5½ | 2 | 82 51 |

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {001}, weniger nach {100}. Erste Mittellinie negativ und fast senkrecht zu {102}. Dispersion der optischen Axen schwach, $\varrho < v$. Doppelbrechung schwach. In Sesamöl ($n$ siehe bei Nr. 1) wurde gemessen $2H_a = 64^0 46'$ ($Na$), $2H_o = 121^0 37'$ ($Na$), hieraus folgt $2V_a = 63^0 3\frac{1}{2}'$ ($Na$) und $\beta = 1{,}5107$.

4. Phenylglykocollchlorhydrat, $C_8H_9NO_2.HCl$.

Dargestellt von A. Menozzi.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}682 : 1 : 1{,}025.$

Beobachtete Formen: {010}, {001}, {110}, {111}, {212}, {014}, die letzteren beiden untergeordnet. Meist prismatisch nach [001], selten aber tafelförmig nach {010}, auch nach einer Fläche von {110}.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):(010) | = 55° 42′ | 8 | — |
| (001):(111) | = 61 12½ | 10 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) | = 68 46 | 3 | 68°36′ |
| (014):(001) | = 14 11 | 2 | 14 23 |
| (014):(010) | = 75 33 | 1 | 75 37 |
| (014):(110) | = 81 42 | 1 | 81 57 |
| (111):(110) | = 28 45 | 5 | 28 47½ |
| (111):(010) | = 60 26 | 5 | 60 24 |
| (111):(1$\bar{1}$1) | = 59 3 | 4 | 59 11 |
| (111):($\bar{1}$11) | = 92 50 | 4 | 92 46 |
| (111):(014) | = 53 59 | 3 | 53 54 |
| (212):(010) | = 74 1 | 1 | 74 9 |
| (212):(001) | = 57 44 | 1 | 57 48 |
| (212):(110) | = 35 8 | 1 | 35 21 |
| (212):(111) | = 13 18 | 1 | 13 44 |
| (212):(2$\bar{1}$2) | = 31 58 | 1 | 31 42 |
| (2$\bar{1}$2):(014) | = 63 21 | 1 | 63 22 |

Spaltbarkeit sehr vollkommen nach {010}, unvollkommener nach {001}. Farblose, sehr durchsichtige und gut spiegelnde Krystalle. Ebene der optischen Axen parallel {010}. Erste Mittellinie negativ und senkrecht zu {100}. Starke

Dispersion der optischen Axen, $\varrho > v$. In Sesamöl ($n$ siehe bei Nr. 1) wurde gemessen $2H_a = 20^0 56'$ ($Li$) und $20^0 39'$ ($Na$), ein grosses Prisma [110 : $\bar{1}$10] ergab $\beta = 1,6709$ ($Li$), $= 1,6767$ ($Na$) und $\gamma = 1,6747$ ($Li$), $= 1,6799$ ($Na$). $2V_a$ berechnet sich zu $18^0 25'$ ($Li$) und $18^0 9'$ ($Na$).

### 5. Bromjod-o-nitroacetanilid, $C_6H_2.\overset{1}{N}HCH_2H_3O.\overset{2}{N}O_2.\overset{4}{B}r.\overset{6}{J}$.

Dargestellt von Körner. Krystalle aus Aetheralkohol.

Krystallsystem: Monoklin.

$a : b : c = 1,774 : 1 : 1,065$; $\beta = 78^0 1'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {201}, {101}, {$\bar{1}$01}, {011}, {$\bar{1}$11}, {$\bar{1}$21}. Die Formen {$\bar{1}$11}, {101}, {011} treten nur untergeordnet auf. Schwach citrongelbe, wasserhelle, nach {100} tafelige und nach [010] verlängerte Krystalle.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(110) | = 60⁰ 3′ | 10 | — |
| (100):(001) | = 78 1 | 5 | — |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$01) | = 68 7 | 5 | — |
| (110):($\bar{1}$10) | = 59 55 | 5 | 59⁰ 54′ |
| (110):(001) | = 84 2½ | 2 | 84 3 |
| (201):(100) | = 34 37 | 5 | 34 47 |
| (101):(100) | = 49 51 | 1 | 50 26 |
| (201):(110) | = 65 44 | 1 | 65 47 |
| ($\bar{1}$10):($\bar{1}$01) | = 79 14 | 1 | 79 17 |
| (011):(001) | = 45 59 | 1 | 46 11 |
| (011):(100) | = 80 56 | 1 | 81 14 |
| (011):($\bar{1}$10) | = 57 6 | 1 | 56 24 |
| ($\bar{1}$01):($\bar{1}$11) | = 45 10 | 3 | 44 40 |
| ($\bar{1}$11):($\bar{1}$00) | = 75 11 | 1 | 74 38 |
| ($\bar{1}$21):(001) | = 68 3 | 1 | 68 0 |
| ($\bar{1}$21):($\bar{1}$00) | = 80 24½ | 2 | 80 19 |
| ($\bar{1}$21):($\bar{1}$2$\bar{1}$) | = 53 49 | 1 | 53 39 |
| ($\bar{1}$21):($\bar{1}$01) | = 63 12 | 5 | 63 10 |
| ($\bar{1}$21):(110) | = 46 22½ | 2 | 46 26 |
| ($\bar{1}$21):($\bar{1}$10) | = 31 13 | 3 | 31 0 |

Spaltbarkeit unvollkommen nach {100}. Ebene der optischen Axen senkrecht zu {010}. Zweite Mittellinie positiv, mit geringer Neigung auf {100} austretend. Doppelbrechung und Dispersion der optischen Axen sehr stark, $\varrho < v$. In Sesamöl ($n$ siehe Nr. 1) wurde gemessen $2H_0 = 102^0 19'$ ($Li$) und $104^0 24'$ ($Na$).

### 6. Nitrojodanilin, $C_6H_3.\overset{1}{N}H_2.\overset{3}{N}O_2.\overset{4}{J}$.

Dargestellt von Körner. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 3,696 : 1 : 2,934$; $\beta = 65^0 54'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {011}, {$\bar{1}$01}. Braungelbe, kleine und zerbrechliche Krystalle, tafelig nach {100}.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(001) | = 65° 54′ | 4 | — |
| (011):(01$\bar{1}$) | = 40 57 | 4 | — |
| (110):(011) | = 20 9 | 4 | — |
| (001):(011) | = 69 34 | 3 | 69° 31½′ |
| (100):(011) | = 81 56 | 3 | 81 47 |
| (100):(110) | = 73 58 | 2 | 73 29 |
| ($\bar{1}$10):(011) | = 30 27 | 3 | 30 57 |
| (001):($\bar{1}$01) | = 45 51 ca. | 1 | 46 59 |
| ($\bar{1}$10):($\bar{1}$01) | = 84 26 - | 1 | 83 39 |
| (011):($\bar{1}$01) | = 75 48 - | 1 | 76 12 |

Spaltbarkeit unvollkommen nach {001}. Ebene der optischen Axen senkrecht zu {010}. Durch {100} eine Mittellinie, positiv (erste ?). Starke Dispersion der optischen Axen, $\varrho < v$. In Sesamöl $2H_{a(?)} = 89° 20'$ (*Na*).

### 7. Nitrojodacetanilid, $C_6H_3 . \overset{1}{N}HC_2H_3O . \overset{3}{N}O_2 . \overset{4}{J}$.

Dargestellt von Körner. Krystalle aus Alkohol und Chloroform.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,660 : 1 : 0,565; \quad \beta = 64° 37'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {011}, {$\bar{1}$11}, {010}. Citrongelbe, etwas nach [001] verlängerte Krystalle. {010} findet sich an Krystallen aus Chloroform. {001} uneben und nach [100] gestreift.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) | = 61° 35′ | 7 | — |
| ($\bar{1}$10):($\bar{1}$11) | = 55 55 | 8 | — |
| ($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1) | = 54 6 | 7 | — |
| (011):(0$\bar{1}$1) | = 54 0 | 4 | 54° 5′ |
| (011):(001) | = 27 7 | 5 | 27 3 |
| (110):(001) | = 68 22½ | 4 | 68 24 |
| (110):(011) | = 55 48 | 5 | 55 54 |
| ($\bar{1}$11):(001) | = 55 39 | 4 | 55 41 |
| ($\bar{1}$11):(011) | = 44 49 | 5 | 44 51 |
| ($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$0) | = 84 36½ | 2 | 84 34 |
| ($\bar{1}\bar{1}$1):(011) | = 72 34 | 1 | 72 49 |
| (010):(110) | = 59 15 | 2 | 59 12½ |
| (010):(011) | = 62 51 | 2 | 62 57 |

Spaltbarkeit vollkommen nach {011}, weniger nach {001}. Optische Axenebene senkrecht {010}. Durch {001} tritt eine Mittellinie aus. Die Verbindung ist isomorph mit der entsprechenden Bromverbindung (Artini, diese Zeitschr. **20**, 606).

Ref.: G. Bartalini.

**17. L. Brugnatelli** (in Rom): **Krystallographische Untersuchung einiger Sulfonverbindungen** (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **2**, 125). Dargestellt von Prof. R. Otto*).

1. Phenylpropylsulfon (normales), $CH_3.CH_2.CH_2.SO_2C_6H_5$.

Schmelzpunkt 44°. Krystalle aus Alkohol und aus Essigsäureäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,1481 : 1 : 0,9018; \quad \beta = 80^0 41'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {010}, {110}, {210}, {011}. Die Krystalle aus Alkohol sind tafelig nach {001} und zeigen alle Formen; jene aus Essigsäureäther theils tafelig nach {001}, theils prismatisch nach der Längsaxe, {010} fehlt. {001}, {011} eben und gut spiegelnd, die Formen der Zone [001] sind mangelhaft.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (001):(100) | = 80° 41′ | 6 | — |
| (001):(011) | = 41 40 | 5 | — |
| (010):(110) | = 41 26 | 7 | — |
| (100):(210) | = 29 34 | 4 | 29° 32′ |
| (110):(210) | = 18 53 | 2 | 19 2 |
| (110):(001) | = 83 58 | 7 | 83 51 |
| (210):(001) | = 82 11 | 6 | 81 54 |
| (100):(011) | = 83 1 | 1 | 83 3 |
| (010):(011) | = 48 22 | 2 | 48 20 |
| (110):(011) | = 54 39 | 1 | 54 40 |
| (210):(011) | = 65 20 | 1 | 64 21 |

Vollkommen spaltbar nach {001}. Glasglanz. Ebene der optischen Axen parallel {010}. Erste Mittellinie im stumpfen Axenwinkel $\beta$ und mit der $b$-Axe etwa 9° (*Na*) bildend. Geneigte Dispersion deutlich. Starke, positive Doppelbrechung. $2E_a = 30^0 10'$ (*Na*).

2. *p*-Tolylpropylsulfon (normales), $CH_3.CH_2.CH_2.SO_2C_7H_7$.

Schmelzpunkt 54°—55°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,0472 : 1 : 1,4407; \quad \beta = 81^0 15'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{2}$01}, {110}. Die Krystalle sind theils tafelig nach {100} und nach [010] verlängert, theils prismatisch nach [010]. {$\bar{2}$01} selten. Zwillinge nach (100) häufig.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (001):(100) | = 81° 15′ | 16 | — |
| (001):($\bar{1}$01) | = 37 55 | 7 | — |
| (100):(110) | = 63 42 | 8 | — |

*) R. Otto, Beiträge zur Kenntniss der Sulfonverbindungen. Journ. prakt. Chemie 1889, **40**, 505—564.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(001):(110)$ | = 86° 8′ | 5 | 86° 8′ |
| $(100):(10\bar{1})$ | = 60 50 | 2 | 60 50 |
| $(100):(20\bar{1})$ | = 38 13 | 6 | 38 13 |
| $(10\bar{1}):(20\bar{1})$ | = 22 35 | 6 | 22 37 |
| $(10\bar{1}):(110)$ | = 77 29 | 4 | 77 32 |
| $(20\bar{1}):(110)$ | = 69 38 | 4 | 69 38 |
| $(001):(\underline{00\bar{1}})$ | = 17 31 | 3 | 17 30 |

Spaltbarkeit vollkommen nach $\{100\}$. Optische Axenebene parallel $\{010\}$ Erste Mittellinie im spitzen Axenwinkel $\beta$. Durch $\{100\}$, mit starker Neigung eine Axe austretend.

### 3. Phenylbenzylsulfon, $C_6H_5.CH_2.SO_2C_6H_5$.

Schmelzpunkt 116°—117°. Krystalle aus Essigsäureäther.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,4557:1:0,6749.$$

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{101\}$, $\{011\}$, $\{021\}$. Tafelig nach $\{010\}$ und nach der $a$-Axe langgezogen. Vorherrschend $\{010\}$, $\{110\}$, $\{011\}$, untergeordnet $\{021\}$, $\{101\}$, $\{010\}$, letzteres uneben. Die Krystalle sind stets mit einer Fläche von $\{110\}$ aufgewachsen.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ | = 49° 0′ | 6 | — |
| $(110):(101)$ | = 41 3 | 6 | — |
| $(110):(010)$ | = 65 28 | 5 | 65° 30′ |
| $(001):(101)$ | = 56 2 | 3 | 55 58 |
| $(101):(10\bar{1})$ | = 67 56 | 2 | 68 3 |
| $(110):(011)$ | = 76 33 | 3 | 76 35 |
| $(101):(011)$ | = 62 25 | 3 | 62 22 |
| $(110):(021)$ | = 70 28 | 2 | 70 32 |
| $(010):(021)$ | = 36 31 | 2 | 36 32 |
| $(001):(011)$ | = 33 59 | 3 | 34 1 |
| $(011):(021)$ | = 19 42 | 3 | 19 27 |

Ebene der optischen Axen parallel $\{100\}$. Erste Mittellinie parallel der $b$-Axe. Doppelbrechung stark, positiv.

### 4. Aethylidenjodphenylsulfon, $CH_3.CHJ.SO_2C_6H_5$.

Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,3517:1:2,0929;\quad \beta = 86^{\circ}\,22'.$$

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{101\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{\bar{1}02\}$, $\{011\}$. Tafelig nach $\{001\}$ und verlängert nach $[010]$. $\{\bar{1}02\}$ selten und mangelhaft. Die frischen Krystalle sind farblos durchsichtig und gut spiegelnd, werden aber bald gelb und matt.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (011):(01$\bar{1}$) | = 51° 10′ | 7 | — |
| (001):(101) | = 54 36 | 6 | — |
| (101):(10$\bar{1}$) | = 65 40 | 6 | — |
| (001):(011) | = 64 8 | 6 | 64° 25′ |
| (011):(101) | = 75 20 | 4 | 75 31 |
| (01$\bar{1}$):(10$\bar{1}$) | = 77 18 | 3 | 77 26 |
| (001):($\bar{1}$01) | = 59 39 | 4 | 59 44 |
| (001):($\bar{1}$02) | = 39 8 | 3 | 39 6 |
| ($\bar{1}$01):($\bar{1}$02) | = 21 12 | 3 | 20 38 |
| (01$\bar{1}$):(10$\bar{2}$) | = 69 44 | 2 | 70 25 |

Optische Axenebene senkrecht zu {010}, erste Mittellinie im spitzen Winkel $\beta$. Auf {001} die Axen stark geneigt sichtbar. Doppelbrechung stark, positiv.

5. Aethylidenchlor-*p*-tolylsulfon, $CH_3.CHCl.SO_2C_7H_7$.

Schmelzpunkt 84°. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 0,5207:1:0,7851.$

Beobachtete Formen: {001}, {011}, {111}. Dünne Tafeln nach {001}. Farblos, durchsichtig und sehr glänzend.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (001):(111) | = 59° 32′ | 6 | — |
| (111):(1$\bar{1}$1) | = 46 55 | 4 | — |
| (001):(011) | = 38 8 | 4 | 38° 8′ |
| (011):(111) | = 49 56 | 3 | 49 52 |
| (111):(11$\bar{1}$) | = 60 52 | 5 | 60 56 |

Keine Spaltbarkeit beobachtet. Optische Axenebene parallel {100}. Durch {001} das Axenbild mit sehr grossem (stumpfem ?) Winkel sichtbar.

6. Aethylidenjod-*p*-tolylsulfon, $CH_3.CHJ.SO_2C_7H_7$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1,4046:1:1,1157; \quad \beta = 63° 21′.$

Beobachtete Formen: {001}, {011}, {101}, {110}. Prismatisch. {001} oft ziemlich gross. {101} selten. Kleine, farblose, durchsichtige und gut spiegelnde Krystalle.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (001):(110) | = 73° 46′ | 8 | — |
| (001):(011) | = 44 55 | 6 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) | = 102 55 | 6 | — |
| (001):(101) | = 27 41 | 3 | 27° 38′ |
| (110):(101) | = 59 37 | 2 | 59 37 |
| (110):(011) | = 41 26 | 4 | 41 23 |
| ($\bar{1}$10):(011) | = 69 15 | 3 | 69 15 |
| (011):(101) | = 51 5 | 2 | 51 8 |

Ebene der optischen Axen senkrecht zu $\{010\}$. Erste Mittellinie im spitzen Axenwinkel $\beta$. Aethylidenchlor-$p$-tolylsulfon und Aethylidenjod-$p$-tolylsulfon sind resp. mit Dichlormethyl-$p$-tolylsulfon und Dibrommethyl-$p$-tolylsulfon isomorph.

Ref.: G. Bartalini.

**18. E. Artini** (in Mailand): **Ueber die mineralogische Zusammensetzung der ticinischen Sande** (Giornale di Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **2**, 177). — Die Sande wurden in der Umgegend von Pavia gesammelt und nach bekannten Methoden in ihre einzelnen Bestandtheile getrennt. Die hierbei gefundenen Mineralien sind:

1) Gold in dünnen, gelben, metallglänzenden Blättchen. Goldsucher fanden 2—3 g pro Tag.

2) Eisenkies, Körnchen oder Bruchstücke. Selten.

3) Ilmenit, in auffallend grosser Menge. Unter einigen kleinen Krystallen befand sich einer mit ebenen und gut spiegelnden Flächen der Combination $\{0001\}$, $\{11\bar{2}0\}$, $\varkappa\{10\bar{1}1\}$, $\varkappa\{20\bar{2}5\}$, $\varkappa\{\bar{1}012\}$, $\varkappa\{\bar{2}021\}$ und $\varkappa\pi\{22\bar{4}3\}$.

Aus den ersten zehn der nachfolgenden Winkel ergiebt sich mittelst der Methode der kleinsten Quadrate $a : c = 1 : 1,38625$.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Gewicht: | Berechnet: |
|---|---|---|---|---|
| *$(2\bar{1}\bar{1}0):(10\bar{1}1)$ | = 42° 48′ | 1 | 2 | 42° 44′ 12″ |
| *$(10\bar{1}1):(01\bar{1}2)$ | = 47 15 | 2 | 2 | 47 15 47 |
| *$(10\bar{1}1):(22\bar{4}3)$ | = 26 6 | 2 | 5 | 26 5 20 |
| *$(10\bar{1}1):(\bar{2}\bar{2}43)$ | = 113 10 | 1 | 2 | 113 11 45 |
| *$(22\bar{4}3):(\bar{2}\bar{2}43)$ | = 99 16 | 1 | 2 | 99 13 38 |
| *$(22\bar{4}3):(0001)$ | = 61 37 30″ | 2 | 4 | 61 35 7 |
| *$(10\bar{1}1):(0001)$ | = 57 59 12 | 2 | 5 | 58 0 21 |
| *$(01\bar{1}2):(0001)$ | = 38 37 | 1 | 1 | 38 40 20 |
| *$(22\bar{4}3):(\bar{1}101)$ | = 75 28 | 1 | 2 | 75 23 49 |
| *$(2\bar{1}\bar{1}0):(22\bar{4}3)$ | = 63 58 | 1 | 1 | 63 54 40 |
| $(22\bar{4}3):(01\bar{1}2)$ | = 31 49 | — | — | 32 4 |
| $(01\bar{1}2):(20\bar{2}5)$ | = 34 46 | — | — | 34 19 |
| $(01\bar{1}2):(\bar{2}021)$ | = 93 57 | — | — | 93 45 |
| $(22\bar{4}3):(02\bar{2}1)$ | = 29 30 | — | — | 29 40 |
| $(01\bar{1}2):(\bar{2}\bar{2}43)$ | = 68 25 | — | — | 68 11 |
| $(20\bar{2}5):(22\bar{4}3)$ | = 35 10 | — | — | 35 46 |
| $(2\bar{1}\bar{1}0):(0001)$ | = 89 59 | — | — | 90 0 |
| $(0001):(02\bar{2}1)$ | = 72 37 | — | — | 72 39 |
| $(01\bar{1}2):(02\bar{2}1)$ | = 34 0 | — | — | 33 59 |
| $(10\bar{1}1):(02\bar{2}1)$ | = 55 29 | — | — | 55 45 |
| $(0001):(01\bar{1}2)$ | = 38 30 | — | — | 38 40 |
| $(0001):(20\bar{2}5)$ | = 32 57 | — | — | 32 38 |

Der mittlere Fehler der ersten Winkelwerthe beträgt $\mu = 2' \, 28''$, das Axenverhältniss stimmt ziemlich mit jenem Kokscharow's überein, rhomboëdrische Tetartoëdrie deutlich ausgesprochen.

4) Magnetit in zahlreichen, schwarzen und glänzenden Körnchen, ohne Krystallflächen.

5) Rutil, sehr verbreitet, aber nicht sehr reichlich. Feine Nadeln oder Bruchstücke. $\{100\}$, $\{110\}$ mit Winkeln von 44° 50′ und 45° 2′. Auch einige

Zwillinge nach {101}, unter d. M. ergab sich der ebene Winkel 001 : 00̲1̲ zu 65° 30′ (berechnet 65° 35′). Pleochroismus schwach, Farbe orangegelb.

6) **Limonit**, selten, glänzende Kügelchen oder Bruchstücke.

7) **Quarz**, das am reichlichsten, bis zu 95% vorhandene Mineral. Unregelmässige, wasserhelle oder weissliche Körner, einmal wurde auch noch ein Bruchstück eines Prismas gefunden.

8) **Hypersthen.** Mit Rohrbach'scher Lösung wurden neben Epidot einige Körnchen eines Minerals getrennt, welches der Verf. nach einigen Eigenschaften zum Hypersthen rechnet.

9) **Augit** ist auffallend selten, in kantigen, durchsichtigen, grünlichen Bruchstücken, mit oft noch erkennbarer Zone [001].

10) **Diallag**, sehr selten, braune oder grünliche Spaltungslamellen nach {100}.

11) **Amphibol** ist im Gegensatz zum Pyroxen reichlich vorhanden, was für diese Sande charakteristisch ist.

a) eine ungewöhnliche, braungrüne Hornblende mit 55° 42′ resp. 124° 3′ (berechnet 55° 30′) Prismenwinkel, durch {110} stärker als gewöhnlich geneigt eine optische Axe austretend. Das spec. Gew. ebenfalls höher als gewöhnlich, vielleicht eine natronreiche Hornblende;

b) grüne, gemeine Hornblende, sehr reichlich in Körnern und Bruchstücken;

c) braune, basaltische Hornblende, weniger häufig als die vorigen. Spaltprisma 55° 36′.

d) Aktinolith, sehr reichlich;

e) Tremolit, am seltensten.

12) **Granat**, sehr reichlich in Körnern und Bruchstücken von veränderlicher Farbe, oft aber auch in glänzenden Krystallen {211} oder {110} oder der Combination beider mit einem {mnp}. Ein schöner Krystall zeigt {110}, {211}, {321}, {532}; letztere Form ist neu. Der Granat scheint Almandin zu sein.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(321) = | 19° 36′ | 19° 6′ |
| (110):)211) = | 30 5 | 30 0 |
| (110):(532) = | 23 45 | 23 25 |
| (211):(532) = | 6 11 | 6 35 |
| (211):(321) = | 10 30 | 10 54 |

13) **Zirkon**, reichlich und sehr verbreitet. Krystalle mit gerundeten Kanten oft aber auch ganz eben und spiegelnd. Combination {100}, {110}, {111}; {110}, {111}, {311}; farblos, fleischfarbig oder roth.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Gewicht: | Berechnet auf 1:0,640373 von Kupffer: |
|---|---|---|---|---|
| (110):(111) = | 47° 47′ | 5 | 11 | 47° 50′ 7″ |
| (100):(111) = | 61 41 | 2 | 2 | 61 39 47 |
| (111):(1̄11) = | 56 40 | 6 | 10 | 56 41 26 |
| (111):(1̄1̄1) = | 84 18 | 5 | 8 | 84 19 46 |
| (111):(111̄) = | 95 40 | 1 | 1 | 95 40 14 |
| (110):(311) = | 36 39½ | 2 | 2 | 36 40 52 |
| (111):(311) = | 29 56 | 3 | 5 | 29 56 32 |
| (111):(31̄1) = | 53 17 | 2 | 3 | 53 19 8 |
| (100):(110) = | 44 51 | 1 | 1 | 45 0 0 |
| (110):(11̄0) = | 90 6 | 3 | 3 | 90 0 0 |

14) Epidot ist ebenfalls ein sehr verbreitetes, wesentliches Mineral des Sandes. Gerundete oder nach der $b$-Axe verlängerte Körner. Spaltbarkeit nach {001} sehr deutlich und leicht Platten liefernd, durch welche eine stark geneigte optische Axe austritt. Geneigte Dispersion. Farbe variabel von schwach gelb bis grün. Pleochroismus stark, braungelb und gelblichgrün.

15) Glimmer, am häufigsten Muscovit, farblos oder bräunlich, fast immer durchsichtig, Axenwinkel 60°—70°. Die Biotite sind stets zersetzt, nicht mehr ganz durchsichtig, metallglänzend, röthlichbraun oder grün. Optischer Axenwinkel sehr klein, 5°—15° und $\varrho < v$.

16) Feldspath, noch reichlich, aber nicht so häufig wie Quarz. Plagioklase und Orthoklas. Auf (001) und (010) veränderliche Auslöschungsschiefen, auf Labradorit oder saure Feldspäthe deutend. Zwillinge nach Albit- und Periklingesetz. Der weiss-röthliche Orthoklas scheint verbreiteter zu sein. Durch {010} zweite Mittellinie.

17) Turmalin in geringer Menge in kleinen Krystallen, mit wenigstens Flächen aus der Zone [0001], seltener unregelmässige Bruchstücke. Ein Krystall zeigte {10$\bar{1}$0}, {11$\bar{2}$0}, {10$\bar{1}$1}.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (2$\bar{1}\bar{1}$0):(11$\bar{2}$0) | = 60° 6′ | 60° 0′ |
| (10$\bar{1}$0):(11$\bar{2}$0) | = 29 45 | 30 0 |
| (10$\bar{1}$0):(10$\bar{1}$1) | = 62 19 | 62 40 Miller |
| (11$\bar{2}$0):(10$\bar{1}$1) | = 65 54 | 66 34 - |

Starker Pleochroismus, $\varepsilon$ von gelb oder röthlich bis bräunlich, $\omega$ braunschwarz bis blauschwarz.

18) Andalusit ziemlich selten und leicht erkennbar.

19) Sillimannit sehr reichlich, was sehr auffallend ist. Bildet stets weisse oder gelbliche Körner, welche unter dem Mikroskop aus radialfaserigen Prismen bestehen. Ganz unschmelzbar, mit $Co$-Lösung eine Ultramarinfarbe gebend. Qualitativ fanden sich $SiO_2$, $Al_2O_3$ und $Fe_2O_3$.

20) Disthen, sehr verbreitet. An nach der $c$-Axe verlängerten Spaltstücken {100}, {010} wurde gemessen (100):(010) = 73° 38′, 73° 51′, berechnet 73° 56′. Auf {100} Axenbild mit grossem $2E_a$ sichtbar. Doppelbrechung negativ. Farblos und durchsichtig oder blau, pleochroitisch.

21) Titanit, spärlich, in bräunlichen, schwach pleochroitischen Bruchstücken. $Ca$- und $Ti$-Reaction.

22) Staurolith so reichlich wie Disthen. Kantige Bruchstücke, oder Spaltungslamellen nach {010}. Ein Krystall zeigte {010}, {110}, {101}.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet (Des Cloizeaux): |
|---|---|---|
| (110):(010) | = 64° 48′ | — |
| (110):(010) | = 64 35 | 64° 43′ |
| (110):(101) | = 41 50 | — |
| (110):(101) | = 42 20 | 42 2 |

Pleochroismus deutlich. Durch Bruchstücke ⊥ [001] mit grossem Axenwinkel erste Mittellinie austretend (besonders in Canadabalsam).

23) Serpentin, häufig in halbdurchsichtigen, grünen Körnern.

24) Chlorit, spärlich in grünen, durchsichtigen Lamellen mit Perlmutterglanz, optisch einaxig. Vielleicht Ripidolith.

25) Apatit, zahlreiche, farblose Körner. Doppelbrechung schwach.

26) Kalkspath sehr selten, ebenso die anderen Carbonate, von denen nur einige wenige Körnchen nachgewiesen werden konnten.

Nickel wurde nicht gefunden.

Ref.: G. Bartalini.

**19. V. Denti** (in Mailand): **Der Berthierit-Gang im Val Cresta, Gemeinde Viconago, Prov. Como** (Giorn. d. Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **2**, 211). — Im Val Cresta kommt, in einer Entfernung von etwa 500 m vom Ufer des Flusses Tresa und etwa 400 m über Meer, in den Schiefern ein Gang zum Vorschein, welcher aus Quarz, Antimonglanz, Brauneisen und Linsen von Berthierit besteht. Der letztere ist stahlgrau, H. = 3, spec. Gew. ca. 4, vor dem Löthrohr Antimonrauch, nach dem Schmelzen eine schwarze, magnetische Schlacke liefernd. In der Boraxperle Eisenreaction.

Ref.: G. Bartalini.

**20. E. Artini** (in Mailand): **Beiträge zur Kenntniss der Krystallformen des Stephanits von Sarrabus** (Ebenda 241). — Das den Universitäten Bologna und Pavia gehörende Material stammt aus den Gruben Baccu Arrodas und Giovanni Bonu. Die kleinen (3 × 2 × 2 mm), aber schönen Krystalle sind begleitet von Calcit, Bleiglanz, Silberfasern, Silberglanz etc.

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {310}, {110}, {350}, {120}, {130}, {150}, {190?}, {101}, {201}, {012}, {023}, {011}, {021}, {041}, {061}, {313}, {312}, {311}, {212?}, {114}, {113}, {112}, {223}, {111}, {332}, {221}, {241}, {135}, {134}, {133}, {132}, {131}, {281}, {156}, {155}, {152}, {151}. Die folgenden sind neu †): {510?}, {230}, {0.5.11}, {818}*, {18.5.5}, {13.4.4}, {7.11.9}, {372}*, {141}*, {2.10.1}, {161}*.

**Prismen.** Zone [001]. {010} stets vorhanden, mit grossen, glänzenden und parallel der *c*- oder *a*-Axe gestreiften Flächen. {100} selten und untergeordnet, aber eben. {110} stets mit breiten, oft gestreiften oder durch Zwillingslamellen geknickten Flächen. {130} sehr häufig, aber schmal. Alle anderen Formen selten. {230} nur einmal, mit einer einzigen grossen Fläche beobachtet.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (230):(110) = | 11° 11′ | 11° 10′ |
| (230):(111) = | 39 12 | 39 14 |

{190} unsicher, da nur mit kleinen und gestreiften Flächen auftretend. Nur von Dana ohne Winkel und Fundort angegeben. {510} ebenfalls unsicher, da nur einmal mit schmalen, aber glänzenden Flächen beobachtet, (510) : (110) = 25° 7′ beobachtet, 25° 0′ berechnet.

Zone [010]. {101} und {001} immer vorhanden, letztere mit grossen und sehr gut spiegelnden Flächen. {201} selten und untergeordnet.

Zone [100]. Die häufigsten Formen dieser Zone sind {023}, {011}, {021}, {041}. Selten sind {012}, {061}. Diese nach [010] gestreift. {0.5.11} wurde nur einmal, aber mit sehr guten Flächen beobachtet.

---

†) Die mit * bezeichneten Formen wurden an Krystallen von Giovanni Bonu beobachtet.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (0.5.11):(001) | = 17° 21′ | 17° 18′ |
| (0.5.11):(111) | = 44 39 | 44 41 |
| (0.5.11):(111) | = 44 43 | |

**Pyramiden.** {811} schmal, glänzend in der Zone $[10\bar{1}]$.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (818):(111) | = 21° 28′ | 21° 33′ |
| (818):(001) | = 47 29 | 47 32 |
| (818):(112) | = 22 57 | 22 53 |
| (818):(113) | = 28 41 | 28 36 |
| (818):(023) | = 50 22 | 50 20 |

{855} und {13.4.4} nur einmal beobachtet, aber scharf und spiegelnd. Genau in der Zone $[0\bar{1}1]$ gelegen.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (18.5.5):(010) | = 80° 21′ | 80° 23′ |
| (18.5.5):(001) | = 75 58 | — |
| (18.5.5):(001) | = 75 54 | 75 54 |
| (18.5.5):(010) | = 29 41 | — |
| (18.5.5):(010) | = 29 40 | 29 43 |
| (18.5.5):(111) | = 30 54 | 30 53 |
| (18.5.5):$(18.\bar{5}.5)$ | = 19 00 | 19 13 |
| (13.4.4):(010) | = 79 31 | 79 27 |
| (13.4.4):(001) | = 74 24 | 74 30 |
| (13.4.4):(101) | = 28 29 | 28 39 |
| (13.4.4):(111) | = 29 12 | 29 9 |

{313} glänzend, aber nach $[\bar{1}01]$ gestreift. {311} und {312} mit spiegelnden aber schmalen Flächen. {212} gab folgende weniger genaue Messungen:

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (212):(101) | = 13° 38′ | 13° 3′ |
| (212):(111) | = 11 12 | 11 49 |
| (212):(110) | = 43 11 | 43 19 |
| (212):(113) | = 26 49 | 26 50 |

Die Zone $[1\bar{1}0]$ ist die stärkst entwickelte und flächenreichste. Die vorherrschendste Form ist {111}, welche mit {112} und {113} stets vorhanden ist; weniger häufig ist {221}, selten {114}. {223}, {332} sind zwar häufig, aber stark gestreift und nur zweimal messbar. {7.11.9} wurde nur mit einer einzigen, aber gut spiegelnden Fläche beobachtet.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (7.11.9):(111) | = 9° 59′ | 9° 57′ |
| :(021) | = 35 31 | 35 31 |
| :(001) | = 49 57 | 49 59 |
| :(010) | = 57 28 | 57 25 |
| :(130) | = 43 2 | 43 3 |
| :(112) | = 19 3 | 19 2 |

{241} selten und schwach entwickelt. {372}, in der Zone $[1\bar{1}2]$ gelegen, konnte viermal genau gemessen werden.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (372):(110) | = 30° 5′ | — |
| :(110) | = 30 0 | 29° 56′ |
| :(001) | = 70 52 | — |
| :(001) | = 70 52 | 70 59 |
| :(010) | = 38 34 | 38 37 |
| :(021) | = 34 37 | 34 35 |
| :(111) | = 27 43 | 27 51 |

In der Zone $[3\bar{1}1]$ wurden fünf Pyramiden beobachtet; {134}, {132}, {133} gewöhnlich, {131} weniger häufig und {135} selten.

{141}, mit zwei Flächen in den Zonen $[0\bar{1}1]$, $[\bar{1}01]$, $[4\bar{1}0]$ gelegen, ergab:

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (141):(001) | = 71° 8′ | 71° 16′ |
| :(001) | = 71 13 | |
| :(010) | = 28 14 | 28 21 |

{281} selten und untergeordnet.

In der wichtigen Zone $[5\bar{1}0]$ finden sich {156}, {152} sehr häufig, {155} seltener, {151} wurde nur einmal beobachtet. Die nur einmal beobachtete neue Form {2.10.1}, in den Zonen $[5\bar{1}0]$, $[\bar{1}02]$ gelegen, gab folgende Werthe:

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (2.10.1):(001) | = 82° 5′ | 82° 5′ |
| :(111) | = 46 58 | 47 0 |
| :(112) | = 58 20 | 58 19 |
| :(110) | = 40 50 | 40 50 |
| :(021) | = 32 50 | 32 48 |

{161} wurde an zwei Krystallen mit drei Flächen beobachtet, die Form ist in den Zonen $[\bar{1}01]$, $[\bar{7}11]$ gelegen.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (161):(001) | = 76° 40′ | — |
| :(001) | = 76 33 | — |
| :(001) | = 76 32 | 76° 46′ |
| :(010) | = 19 28 | 19 47 |
| :(021) | = 26 39 | 26 29 |
| :(134) | = 47 26 | 47 35 |

In der folgenden Tabelle sind die übrigen Messungen zusammengestellt. Die theoretischen Werthe sind aus dem Axenverhältnisse $a : b : c = 0{,}6291290 : 1 : 0{,}6851345$, welches aus den Winkeln (011):(001) = 34° 24′ 59″, (111):(001) = 52° 8′ 40″ von Vrba abgeleitet worden ist, berechnet.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (310):(100) | = 11° 55′ | 1 | 11° 51′ |
| :(110) | = 20 18 | 2 | 20 20 |
| (110):(100) | = 32 16 | 2 | 32 11 |
| :(010) | = 57 50 | 12 | 57 49 |
| :$(1\bar{1}0)$ | = 64 18 | 5 | 64 21 |
| (350):(110) | = 14 7 | 1 | 14 11 |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (350):(111) | = 39° 58′ | 1 | 40° 3′ |
| (120):(110) | = 19 22 | 1 | 19 21 |
| :(111) | = 41 45 | 1 | 41 51 |
| (130):(010) | = 27 58 | 3 | 27 55 |
| :(110) | = 29 54 | 5 | 29 55 |
| :(021) | = 44 27 | 1 | 44 27 |
| :(041) | = 33 58 | 2 | 33 53 |
| :(111) | = 46 49 | 1 | 46 49 |
| (150):(110) | = 40 16 | 1 | 40 11 |
| :(111) | = 52 54 | 1 | 52 54 |
| (190):(010) | = 9 45 | 2 | 10 1 |
| (101):(001) | = 47 29 | 5 | 47 26 |
| :(110) | = 51 33 | 2 | 51 26 |
| (201):(001) | = 64 54 | 1 | 65 20 |
| :(110) | = 39 13 | 1 | 39 43 |
| :(111) | = 30 39 | 1 | 30 18 |
| (012):(001) | = 19 0 | 2 | 18 55 |
| (023):(001) | = 24 30 | 2 | 24 33 |
| :(010) | = 65 29 | 5 | 65 27 |
| :(111) | = 42 54 | 1 | 42 52 |
| :(112) | = 27 47 | 2 | 27 47 |
| (011):(001) | = 34 22 | 8 | 34 25 |
| :(011) | = 55 34 | 6 | 55 35 |
| :(110) | = 72 28 | 5 | 72 29 |
| (021):(001) | = 53 50 | 6 | 53 53 |
| :(010) | = 36 7 | 8 | 36 7 |
| :(110) | = 64 33 | 5 | 64 31 |
| (041):(001) | = 69 43 | 2 | 69 57 |
| :(010) | = 20 8 | 7 | 20 3 |
| (061):(001) | = 76 16 | 2 | 76 20 |
| (313):(100) | = 43 13 | 2 | 43 17 |
| :(101) | = 8 36 | 2 | 8 47 |
| :(113) | = 27 15 | 2 | 27 14 |
| (312):(100) | = 32 51 | 1 | 32 54 |
| (311):(100) | = 20 19 | 2 | 20 21 |
| :(010) | = 78 48 | 2 | 78 40 |
| (31$\bar{1}$):(111) | = 57 47 | 1 | 57 47 |
| (114):(001) | = 17 51 | 2 | 17 50 |
| (113):(001) | = 23 12 | 19 | 23 13 |
| :(110) | = 66 44 | 4 | 66 47 |
| :(011) | = 28 42 | 4 | 28 44 |
| :(021) | = 44 32 | 1 | 44 39 |
| :(101) | = 29 49 | 2 | 29 51 |
| :(1$\bar{1}$3) | = 24 18 | 3 | 24 14 |
| :($\bar{1}$13) | = 39 2 | 2 | 38 58 |
| :($\bar{1}$11) | = 64 36 | 1 | 64 35 |
| :(1$\bar{1}$1) | = 45 38 | 3 | 45 41 |
| :(1$\bar{1}$2) | = 30 3 | 1 | 30 5 |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (112):(001) | = 32°45′ | 18 | 32°45′ |
| :(110) | = 57 13 | 7 | 57 15 |
| :(100) | = 62 42 | 1 | 62 45 |
| :(010) | = 73 14 | 2 | 73 15 |
| :(011) | = 31 4 | 3 | 31 4 |
| :(021) | = 43 15 | 4 | 43 14 |
| :(101) | = 25 0 | 4 | 25 1 |
| :($1\bar{1}2$) | = 33 27 | 3 | 33 29 |
| :($\bar{1}12$) | = 54 30 | 3 | 54 30 |
| :($1\bar{1}0$) | = 76 23 | 1 | 76 27 |
| :($1\bar{1}1$) | = 45 27 | 2 | 45 29½ |
| (223):(110) | = 49 36 | 1 | 49 23 |
| ($\bar{2}\bar{2}3$):(021) | = 79 57 | 1 | 80 22 |
| (111):(001) | = 52 8 | 16 | 52 9 |
| :(110) | = 37 50 | 7 | 37 51 |
| :(010) | = 65 7 | 8 | 65 8 |
| :(100) | = 48 1 | 3 | 48 4 |
| :(011) | = 41 57 | 3 | 41 56 |
| :(021) | = 45 27 | 4 | 45 28 |
| :(041) | = 52 48 | 3 | 52 45 |
| :(101) | = 24 50 | 9 | 24 52 |
| :($1\bar{1}1$) | = 49 42 | 3 | 49 44 |
| :($\bar{1}11$) | = 83 52 | 2 | 83 52 |
| (332):(001) | = 62 32 | 1 | 62 37 |
| :(110) | = 27 9 | 1 | 27 23 |
| (221):(001) | = 68 46 | 7 | 68 46 |
| :(110) | = 21 16 | 4 | 21 14 |
| ($2\bar{2}1$):(111) | = 57 6 | 2 | 57 15½ |
| (241):(001) | = 74 1 | 2 | 74 3 |
| :(010) | = 41 4 | 1 | 41 10 |
| :(110) | = 25 3 | 1 | 24 52 |
| :(111) | = 27 42 | 1 | 27 46 |
| (135):(001) | = 25 2 | 1 | 24 57 |
| (134):(001) | = 30 10 | 6 | 30 11 |
| :(130) | = 59 54 | 3 | 59 49 |
| :(010) | = 63 44 | 3 | 63 38 |
| :(011) | = 15 23 | 6 | 15 23 |
| :(111) | = 28 58 | 3 | 29 1 |
| :(110) | = 64 10 | 1 | 64 10 |
| :(112) | = 15 38 | 3 | 15 41 |
| :(113) | = 14 54 | 4 | 14 56 |
| :(021) | = 29 45 | 1 | 29 44 |
| :(023) | = 13 50 | 1 | 13 52 |
| :($\bar{1}12$) | = 41 41 | 1 | 41 39 |
| (133):(001) | = 37 45 | 3 | 37 47 |
| :(130) | = 52 12 | 1 | 52 13 |
| :(011) | = 16 45 | 1 | 16 40 |
| :(021) | = 25 19 | 1 | 25 25 |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (133):(111) | = 25° 10′ | 1 | 25° 16′ |
| (132):(001) | = 49 25 | 3 | 49 19 |
| :(130) | = 40 39 | 2 | 40 41 |
| :(110) | = 48 15 | 1 | 48 54 |
| :(021) | = 21 52 | 1 | 22 15 |
| :(111) | = 23 3 | 2 | 23 13 |
| (131):(001) | = 66 43 | 3 | 66 44 |
| :(010) | = 35 46 | 3 | 35 44 |
| :(130) | = 23 19 | 3 | 23 16 |
| :(110) | = 37 18 | 3 | 37 13 |
| :(011) | = 38 21 | 1 | 38 19 |
| :(021) | = 27 30 | 2 | 27 18 |
| :(111) | = 29 24 | 1 | 29 25 |
| :(101) | = 54 13 | 1 | 54 16 |
| :(1$\bar{1}$3) | = 70 16 | 1 | 70 22 |
| (281):(001) | = 81 9 | 1 | 80 23 |
| :(010) | = 23 6 | 1 | 23 37 |
| :(021) | = 32 12 | 1 | 33 0 |
| (156):(001) | = 30 53 | 6 | 30 56 |
| :(011) | = 10 9 | 3 | 10 6 |
| :(021) | = 25 40 | 2 | 25 40 |
| :(112) | = 20 55 | 3 | 20 57 |
| :(1$\bar{1}$3) | = 42 28 | 1 | 42 29 |
| (155):(001) | = 35 43 | 2 | 35 43 |
| :(011) | = 10 15 | 1 | 10 11 |
| :(021) | = 21 49 | 1 | 21 52 |
| :(111) | = 31 42 | 2 | 31 45 |
| :(113) | = 22 50 | 1 | 22 47 |
| (152):(001) | = 60 54 | 8 | 60 55 |
| :(010) | = 33 37 | 4 | 33 37 |
| :(110) | = 48 3 | 4 | 48 7 |
| :(021) | = 16 41 | 1 | 16 24 |
| :(041) | = 18 23 | 5 | 18 23 |
| :(111) | = 34 26 | 3 | 34 22 |
| :($\bar{1}$11) | = 61 54 | 1 | 61 52 |
| :(112) | = 39 40 | 2 | 39 38 |
| :(134) | = 31 30 | 2 | 31 31 |
| (151):(001) | = 74 30 | 1 | 74 27 |

Die Krystalle sind meist mit einem Ende der $c$-Axe aufgewachsen, doch finden sich auch querliegende Krystalle, welche alsdann eine Verschiedenheit der Ausbildung erkennen lassen, doch konnte der Verf. nicht entscheiden, ob hierin eine Gesetzmässigkeit ist oder nicht.

Der Habitus der Krystalle wird bedingt durch die stets vorhandenen Formen {010}, {110}, {001}, {111}, {011}, {021}, {112}, {113}, die übrigen Formen treten in mannigfaltigster Weise hinzu. Meist sind die Krystalle nach allen Seiten gleich entwickelt, aber auch nach {001} tafelige Individuen kommen vor.

Zwillinge sind häufiger, als einfache Krystalle. Durchwachsungs- und Berührungszwillinge nach (130) sehr häufig, an ihnen wurde gemessen:

| Winkel: | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(1\bar{1}0):(\underline{1\bar{1}0})$ | = | 8° 45′ | — |
| - | = | 8 30 | — |
| - | = | 8 28 | — |
| - | = | 8 14 | 8° 31′ |
| $(010):(\underline{010})$ | = | 55 38 | 55 50 |
| $(100):(\underline{\bar{1}10})$ | = | 23 40 | 23 39 |
| $(110):(\underline{010})$ | = | 2 12 | 2 0 |
| $(021):(\underline{11\bar{1}})$ | = | 2 21 | 2 21 |
| $(\bar{1}11):(\underline{1\bar{1}\bar{1}})$ | = | 6 34 | — |
| - | = | 6 42 | — |
| - | = | 6 37 | — |
| - | = | 6 24 | 6 43 |
| $(\bar{1}12):(\underline{1\bar{1}\bar{2}})$ | = | 4 32 | — |
| - | = | 4 38 | — |
| - | = | 4 33 | — |
| - | = | 4 33 | 4 36 |
| $(\bar{1}13):(\underline{1\bar{1}\bar{3}})$ | = | 3 19 | 3 21 |
| $(111):(\underline{\bar{1}1\bar{2}})$ | = | 40 52 | 40 53 |

Noch häufiger sind Zwillinge nach (110). Die beiden Individuen sind von ungleicher Entwickelung, oder ein Individuum ist ganz von Zwillingslamellen durchzogen.

| Winkel: | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(010):(\underline{1\bar{1}0})$ | = | 6° 30′ | — |
| - | = | 6 31 | — |
| - | = | 6 37 | — |
| - | = | 6 28 | — |
| - | = | 6 24 | — |
| - | = | 6 25 | 6° 32′ |
| $(0\bar{1}0):(\underline{0\bar{1}0})$ | = | 64 25 | 64 21 |
| $(1\bar{1}0):(\underline{\bar{1}10})$ | = | 51 25 | 51 18 |
| $(010):(\underline{1\bar{3}0})$ | = | 36 26 | 36 26 |
| $(021):(\underline{0\bar{2}\bar{1}})$ | = | 50 58 | 50 57 |
| $(\bar{1}12):(\underline{1\bar{1}\bar{2}})$ | = | 27 9 | 27 5 |
| $(041):(\underline{2\bar{2}\bar{1}})$ | = | 6 11 | 6 13 |
| $(021):(\underline{1\bar{1}\bar{1}})$ | = | 5 26 | 5 29 |
| $(011):(\underline{1\bar{1}\bar{2}})$ | = | 3 41 | 3 58 |

Polysynthetische Zwillinge sind gewöhnlich Zwillinge nach (130), durchzogen von Zwillingslamellen nach (110).

Ref.: G. Bartalini.

**21. E. Artini** (in Mailand): **Krystallform einiger organischer Verbindungen** (Giorn. d. Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **2**, 259). Präparate von Körner.

1. Dijodmetanitranilin, $C_6H_2.\overset{1}{NH_2}.\overset{2}{J}.\overset{3}{NO_2}.\overset{4}{J}$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0{,}813 : 1 : 1{,}254; \quad \beta = 68^\circ 6'.$

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}11\}$. Tafelig nach $\{001\}$. $\{\bar{1}11\}$ und $\{010\}$ selten, ersteres nicht gut messbar. Zerbrechliche, orangegelbe Krystalle.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(001):(111)$ | $= 49^0 30'$ | 6 | — |
| $:(\bar{1}11)$ | $= 77\ \ 2$ | 4 | — |
| $(111):(1\bar{1}1)$ | $= 57\ 21$ | 6 | — |
| $(010):(\bar{1}11)$ | $= 52\ \ 5$ | 2 | $52^0\ 3'$ |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ | $= 76\ 30$ | 2 | 75 54 |
| $(111):(11\bar{1})$ | $= 53\ 38$ | 2 | 53 28 |

Optische Axenebene $(010)$, durch $(001)$ unter starker Neigung eine Axe austretend. Doppelbrechung nicht sehr stark.

2. Dijodmetanitracetanilid, $C_6H_2.\overset{1}{N}HC_2H_3O.\overset{3}{N}O_2.\overset{4}{J}.\overset{6}{J}$ (?)

oder $C_6H_2.\overset{1}{N}HC_2H_3O.\overset{2}{J}.\overset{3}{N}O_2.\overset{6}{J}$ (?).

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}894 : 1 : 0{,}768.$$

$$\alpha = 71^0\,17',\quad \beta = 93^0\,19',\quad \gamma = 93^0\,31\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$. Gelbe, gut spiegelnde Krystalle, prismatisch nach $[001]$. $\{\bar{1}\bar{1}1\}$ ganz untergeordnet.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(100):(110)$ | $= 42^0\ 4'$ | 7 | — |
| $(110):(010)$ | $= 45\ 20$ | 4 | — |
| $(100):(001)$ | $= 87\ 41$ | 5 | — |
| $(011):(001)$ | $= 43\ 56$ | 5 | — |
| $:(010)$ | $= 64\ 38$ | 5 | — |
| $(100):(010)$ | $= 87\ 35$ | 3 | $87^0 24'$ |
| $(\bar{1}\bar{1}0):(001)$ | $= 79\ 10$ | 4 | 79 21 |
| $(011):(100)$ | $= 86\ 13$ | 5 | 85 53 |
| $:(110)$ | $= 69\ 55$ | 1 | 70 13 |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}00)$ | $= 54\ 28$ | 4 | 54 44 |
| $:(010)$ | $= 71\ \ 9$ | 3 | 71 13 |
| $:(001)$ | $= 55\ 42$ | 3 | 55 41 |
| $:(011)$ | $= 39\ 10$ | 1 | 39 22 |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{1}0)$ | $= 47\ 25$ | 1 | 47 12 |
| $:(001)$ | $= 42\ 12$ | 1 | 42 53 |
| $:(\bar{1}\bar{1}0)$ | $= 36\ 38$ | 4 | 36 28 |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ | $= 61\ 15$ | 2 | 61 34 |

Ref.: G. Bartalini.

**22. E. Artini** (in Mailand): **Einige neue Beobachtungen an den Zeolithen von Montecchio Maggiore** (Giorn. d. Min., Crist. e Petr. d. Sansoni **2**, **262**). — Die vorliegenden Beobachtungen wurden an Material aus der Sammlung des Herrn L. Gardinale in Vicenza gewonnen.

1. Gmelinit. Die Krystalle dieses Fundortes sind bereits von Des Cloizeaux und Negri untersucht worden. Die meist fleischfarbigen, auch farblosen oder gelblichen Krystalle sind entweder durchsichtig und unzersetzt oder undurchsichtig und von Analcim und Natrolith begleitet. Kleine, orangebraun gefärbte Krystalle zeigen Calcit, Analcim und Phillipsit als Begleitmineralien.

Die von Negri bestimmte neue Form {51$\bar{6}$6} fand der Verf. nicht, dagegen beobachtete er {2$\bar{1}\bar{1}$0}, welches für den Fundort und {21$\bar{3}$0}, sowie {21$\bar{3}$3}, welche für die Species neu sind.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet aus (10$\bar{1}$1):(0$\bar{1}$11) = 67° 34′ (Des Cloizeaux): |
|---|---|---|
| (21$\bar{1}$0):(10$\bar{1}$0) | = 30° 11′ | — |
| - | = 29 26 | — |
| - | = 30 15 | 30° 0′ |
| (21$\bar{3}$0):(10$\bar{1}$0) | = 19 33 | 19 6 |
| (21$\bar{3}$3):(10$\bar{1}$1) | = 11 31 | — |
| - | = 12 11 | — |
| - | = 12 55 | 12 17 |

Aeusserlich erscheinen die Krystalle sehr vollkommen, im Inneren dagegen sind dieselben selten homogen, indem sie meist einen regelmässig begrenzten Hohlraum, erfüllt von einem oft undurchsichtigen rothen Kern zeigen. Die Erscheinung könnte in einer verschiedenen Zeiten erfolgten Bildung ihre Ursache haben. Der Analcim ist jünger als der Gmelinit.

2. Phillipsit. Dies Mineral ist neu für diesen Fundort und wurde von L. Gardinale aufgefunden. Er findet sich als Begleiter des Gmelinits von S. Pietro di Montecchio Maggiore, sowie für sich allein in grossen Geoden in einem Basalt von Trinità di Montecchio Maggiore. Weisse oder rothe, durchscheinende, bei eingetretener Zersetzung undurchsichtige Krystalle von etwa $\frac{1}{4}$—3 mm. Sie sind stets mit der $a$-Axe aufgewachsen.

Beobachtete Formen: {010}, {001}, {100}, {110}, {120}, hiervon treten {100} und {120} nur selten und untergeordnet auf. Ausnahmslos Zwillinge nach {010} und {011}, beide Gesetze zusammen auftretend. Aeusserlich bilden die vier Flächen von {010} einen scheinbar tetragonalen Krystall. {110} ist gestreift parallel [001]. Zur Erkennung dienen die Zonen [110 : 010] und [110 : 001]. Die Winkelwerthe schwanken etwas in Folge der Streifung und Rundung der Flächen. An vier Krystallen wurde gemessen:

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet aus 0,6994:1:1,2124; $\beta$ = 55° 34′ (Fresenius, Marignac): |
|---|---|---|---|
| (010):(110) | = 59° 15′ | 11 | 60° 2′ |
| (110):(1$\bar{1}$0) | = 60 48 | 1 | 59 54 |
| (120):(010) | = 41 15 | 3 | 40 56 |
| (100):(110) | = 29 53 | 2 | 29 57 |
| (110):(001) | = 60 27 | 7 | 60 40 |
| (100):(001) | = 56 45 | 1 | 55 34 |
| (110):($\underline{\bar{1}\bar{1}0}$) | = 58 22 | 1 | 58 40 |
| (100):($\underline{\bar{1}00}$) | = 69 48 | 1 | 68 52 |

Im Dünnschliffe parallel {010} erkennt man bei gekreuzten Nicols vier oder zwei Felder, auf Vierlings- resp. Zwillingsverwachsungen nach {001} hindeutend.

Optische Axenebene und erste Mittellinie senkrecht zu $\{010\}$, die ersteren bilden in zwei benachbarten Feldern 17° resp. 23° miteinander, doch sind diese Werthe wegen der Zwillingslamellen schwankend. Die qualitative Prüfung ergab $SiO_2$, $Al_2O_3$ und $CaO$, sowie die Abwesenheit von $BaO$. Vor dem Löthrohre schwer zu einem farblosen Glase schmelzbar.

3. Chabasit*) wird von Zepharovich erwähnt, wurde aber bislang noch nicht krystallographisch untersucht. Er findet sich in kleinen Geoden, begleitet von Heulandit, Analcim, Desmin und Apophyllit. Gewöhnliche Combination $\{10\bar{1}1\}$, $\{1\bar{1}02\}$, $\{20\bar{2}1\}$, letzteres schmal und matt. An zwei Krystallen wurde gemessen:

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(0\bar{1}11)$ | = 85° 18′ | 12 | 85° 14′ |
| $:(1\bar{1}02)$ | = 42 42 | 7 | 42 37 |
| $:(\bar{1}012)$ | = 83 42 | 3 | 83 31 |
| $:(2\bar{2}01)$ | = 60 8 | 2 | 60 19 |
| $(1\bar{1}02):(01\bar{1}\bar{2})$ | = 55 13 | 1 | 54 47 |

Durchwachsungszwillinge nach $[0001]$. An einem Krystalle wurde gemessen:

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(\underline{\bar{1}101})$ | = 46° 15′ | 5 | 46° 1′ |
| $:(\underline{10\bar{1}1})$ | = 103 0 | 1 | 102 51 |
| $(1\bar{1}02):(\underline{1\bar{1}02})$ | = 64 18 | 1 | 64 10 |
| $:(\underline{01\bar{1}2})$ | = 30 43 | 1 | 30 48 |

Zwillinge nach $\{10\bar{1}1\}$ seltener. An einem derselben wurde die Zone $[(\bar{1}01\bar{1}).(0\bar{1}11).(\underline{0\bar{1}11}).(\underline{10\bar{1}0})]$ beobachtet und folgende Winkel gemessen:

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(\bar{1}01\bar{1})$ | = 180° 3′ | 180° 0′ |
| $(0\bar{1}11):(01\bar{1}\bar{1})$ | = 8 31 | 8 12 |

Die Krystalle sind wasserhell, farblos oder rosenroth und etwa 2—3 mm gross.

Ref.: G. Bartalini.

**28. A. Sella** (in Rom): **Ueber den Oktaëdrit aus dem Biellesischen** (R. Accad. Lincei Rendiconti 1891, VII, 2° sem. 6 fasc. 196—197). — Der Verf. hat Anataskrystalle gemessen, welche von Quintino Sella in einem erratischen Geschiebe aufgefunden wurden. Die Krystalle dieses für Italien seltenen Minerals zeigen $\{111\}$, $\{101\}$ mit und ohne $\{107\}$. $\{111\}$ und $\{107\}$ sind nicht eben.

| Winkel: | Beobachtet: | Berechnet aus $a:c = 1:1,7771$ |
|---|---|---|
| $(101):(111)$ | = 41° 6′ | 41° 4′ |
| $(111):(11\bar{1})$ | = 43 45 | 43 24 |
| $(101):(10\bar{1})$ | = 58 40½ | 58 44 |
| $(111):(10\bar{1})$ | = 66 49 | 66 58 |
| $(107):(\bar{1}07)$ | = 28 23 | 28 29 |
| $(111):(107)$ | = 58 38 | 58 40 |
| $(101):(107)$ | = 46 18 | 46 23 |
| $(107):(017)$ | = 20 2 | 20 2 |

*) Verf. betrachtet den Chabasit als rhomboëdrisch ohne Andeutung von Mimesie.

Dunkle, an den Kanten grün durchscheinende, metallglänzende Krystalle von etwa 0,8 mm Grösse. Das Gestein ist ein feinkörniger Turmalinfels. Die Geschiebe finden sich häufig im Cervo-Flusse, doch ist ihre Herkunft nicht bekannt.

Ref.: G. Bartalini.

**24. Derselbe: Ueber die Aenderung des Brechungsexponenten des Diamants mit der Temperatur und über eine Verallgemeinerung der Methode der Minimalablenkung durch ein Prisma** (Ebenda 9 Fasc. 300—308). — Die Beobachtungen Weber's über die grosse Aenderung der spec. Wärme des Diamants mit der Temperatur veranlassten den Verf. auch die übrigen physikalischen Eigenschaften, besonders den Brechungsexponenten zu untersuchen. Ein Diamantoktaëder gestattete nicht, den Brechungsexponenten mit der Methode der Minimalablenkung zu messen. Der Verf. suchte deshalb den Brechungsexponenten durch innere Reflexion*) zu beobachten, ohne den Ein- und Austrittswinkel zu messen. Zu diesem Zwecke wird zuerst folgendes Problem behandelt:

Für ein gegebenes rhombisches Prisma sind die Bedingungen zu untersuchen, unter denen ein Strahl, welcher gewisse innere Reflexionen erfahren hat, beim Austritt ein Minimum und Maximum der Ablenkung darbietet.

Es wird vorausgesetzt, dass die Ein- und Austrittsflächen zusammenstossen, $i$ und $e$ (Einfalls- und Austrittswinkel) seien negativ, wenn die Strahlen zwischen der Normalen und der Grenzkante sich befinden, anderenfalls positiv. Der Ablenkungswinkel $\varrho$ sei negativ, wenn er im Sinne des Uhrzeigers fortschreitet, andernfalls positiv. Bezeichnet man weiter mit $\varphi$ den inneren Prismenwinkel, so erhält man $\varrho = i + e - \varphi$, sind ferner $\alpha_1, \alpha_2 \dots \alpha_n$ die Winkel, welche die successiven Abschnitte des inneren Ganges mit den resp. Normalen der Flächen bilden, in welche sie fallen, so werden die Beziehungen zwischen zwei aufeinander folgenden Winkeln

$$1)\quad \alpha_h = \alpha_{h+1}\,;\quad \alpha_h + \alpha_{h+1} = \varphi\,,\ \pi - \varphi\,;\quad \alpha_h - \alpha_{h+1} = \varphi\,,\ \pi - \varphi\,;$$
$$-\alpha_h + \alpha_{h+1} = \varphi\,,\ \pi - \varphi\,,$$

da von den beiden inneren Prismenwinkeln der eine $\varphi$, der andere $\pi - \varphi$ ist. Durch Elimination der mittleren Winkel werden $\alpha_1$ und $\alpha_n$ mit der linearen Gleichung

$$a\alpha_1 + b\alpha_n + c\varphi + d = 0$$

verbunden, in welcher $b = a = \pm 1$ und $d$ ein Multiplum von $\pi$ ist. Man hat nun folgendes System von Gleichungen:

$$2)\ \sin i = n \,.\, \sin \alpha_1 \qquad 4)\ a\alpha_1 + b\alpha_n + c\varphi + d = 0$$
$$3)\ \sin e = n \,.\, \sin \alpha_n \qquad 5)\ \varrho = i + e - \varphi.$$

Damit wir für $\varrho$ ein Minimum oder Maximum erhalten, muss die Derivirte von $\varrho$ nach einer als unabhängig angenommenen Variablen Null werden:

$$\frac{d\varrho}{d\alpha_1} = \frac{di}{d\alpha_1} + \frac{de}{d\alpha_1} = \frac{di}{d\alpha_1} + \frac{de}{d\alpha_n}\,\frac{d\alpha_n}{d\alpha_1} = 0$$

und da nach (4): $\dfrac{d\alpha_n}{d\alpha_1} = \pm 1$, so folgt

*) Bartalini, Ueber eine Methode, den Brechungsexponent mit grossem Brechungswinkel zu erhalten. Proc. Verb. Soc. Tosc. Sc. Nat. 9. Gennajo 1887.

$$\frac{di}{d\alpha_1} = \pm \frac{de}{d\alpha_n}; \quad \frac{\cos\alpha_1}{\cos i} = \pm \frac{\cos\alpha_n}{\cos e}.$$

Das erste Vorzeichen ist unmöglich, weil $i$, $e$, $\alpha_1$, $\alpha_n$ zwischen $-\frac{\pi}{2}$ und $\frac{\pi}{2}$ gelegen sind. Es bleibt dann noch $\frac{\cos\alpha_1}{\cos i} = \frac{\cos\alpha_n}{\cos e}$, welches mit $\frac{\sin\alpha_1}{\sin i} = \frac{\sin\alpha_n}{\sin e}$ die Gleichung

$$\cos(\alpha_1 - e) = \cos(\alpha_n - i)$$
$$\cos(\alpha_1 + e) = \cos(\alpha_n + i)$$

liefert. Durch Elimination der absurden Fälle bleibt das System

$$\left\{ \begin{array}{c} i = e \\ \alpha_1 = \alpha_n \end{array} \right\}.$$

Zur Unterscheidung des Maximums und Minimums haben wir alsdann:

$$\frac{d^2\varrho}{d\alpha_1^2} = \frac{2n \,.\, \sin\alpha_1}{\cos^3 i} \cdot (n^2 - 1).$$

Setzen wir $n > 1$, so haben wir ein Minimum, wenn $\alpha_1$ und $i$ positiv, und ein Maximum, wenn $i$ negativ ist. Hieraus und aus (8) ersieht man, dass wir ein Minimum oder Maximum erhalten, wenn der einfallende und der austretende Strahl und je zwei innere Stücke desselben zur inneren Bisectrix von $\varphi$ symmetrisch sind und ein Stück senkrecht auf dieser Bisectrix steht. Wir haben somit eine gerade Anzahl Reflexionen und eine ungerade von Segmenten. Der Verf. beweist alsdann, dass $\frac{d\alpha_n}{d\alpha_1} = -1$ ist. Aus dem oben erhaltenen Resultate ergiebt sich die Construction des Strahlenganges. Die Anzahl der Fälle ist unendlich. Im Falle einseitiger Drehung haben wir

$$\begin{array}{lll} \alpha_1 = \frac{\varphi}{2} & \text{und} & \alpha_1 = \frac{\varphi}{2} \\ \alpha_1 + \alpha_2 = \pi - \varphi & - & \alpha_2 = \pi - \frac{3\varphi}{2} \\ \alpha_2 + \alpha_3 = \varphi & - & \alpha_3 = \frac{5\varphi}{2} - \pi \\ \alpha_3 + \alpha_4 = \pi - \varphi & - & \alpha_4 = 2\pi - \frac{7\varphi}{2} \\ \alpha_4 + \alpha_5 = \varphi \text{ etc.} & - & \alpha_5 = \frac{9\varphi}{2} - 2\pi \text{ etc.} \end{array}$$

Fallen die Strahlen auch von einer Fläche auf die zunächst anstossende, so werden $\alpha_1 \ldots \alpha_n$ sämmtlich positiv sein und es ist

$$\varphi < \frac{2\pi}{3} < \frac{4\pi}{7} < \frac{6\pi}{11} \cdots\cdots < \frac{2k}{4k-1}\pi$$
$$\varphi > \frac{2\pi}{5} > \frac{4\pi}{9} > \frac{6\pi}{13} \cdots\cdots > \frac{2k}{4k+1}\pi.$$

Die erste Reihe ist absteigend, die zweite aufsteigend und beide convergiren gegen 90°. Ist $\varphi = 90°$ oder 60°, so findet man eine unendliche Zahl von Reflexionen. In den einfachsten Fällen wird $n$ aus folgenden Formeln erhalten:

1. und 2.: $2\alpha_1 = \varphi$; $\quad n \cdot \sin \frac{1}{2}\varphi = \sin \frac{1}{2}(\varphi + \varrho)$
3. und 4.: $2\alpha_1 = 2\pi - 3\varphi$; $\quad n \cdot \sin \frac{3}{2}\varphi = \sin \frac{1}{2}(\varphi + \varrho)$
5. und 6.: $2\alpha_1 = 5\varphi - 2\pi$; $\quad n \cdot \sin \frac{5}{2}\varphi = -\sin \frac{1}{2}(\varphi + \varrho)$.

Im 1. und 2., 3. und 4., 5. und 6. Falle ist $\varrho$ von entgegengesetztem Vorzeichen. Die Lichtintensität vermindert sich fortgesetzt wegen minder nutzbarer Theile der Flächen und weil die Reflexionen nicht stets totale sind.

Für das Diamantoktaëder ist nur der 4. Fall zu gebrauchen; da aber die Flächen niemals völlig parallel und tautozonal sind, so sind einige Correctionsformeln einzuführen. Für die mittlere Aenderung des Brechungsexponenten zwischen $t$ und $t'$ haben wir

$$k = \frac{n_{t'} - n_t}{n_t(t' - t)}.$$

Nimmt man an, dass die Winkel der Flächen unverändert bleiben bei Temperaturänderungen, und dass $\varrho_{t'}$ und $\varrho_t$ wenig verschieden seien (wie die Erfahrung gezeigt hat), so erhält man die Näherungsformel

$$\frac{n_{t'} - n_t}{n_t} = \frac{\varrho_{t'} - \varrho_t}{2} \operatorname{cotg} \frac{\varphi - \varrho_t}{2}.$$

Der Verf. fand als Mittel von verschiedenen Messungen in dem Temperaturintervall von 71°

$$\varrho_{t'} - \varrho_t = 3' 17'',$$

$t = 22°$ (Zimmertemperatur) und $t' = 93°$, ferner $\varphi = 109° 27' 58''$, $\varrho_t = -27° 14' 45''$, folglich $k = +7{,}7 \cdot 10^{-6}$.

Diese Aenderung ist von derselben Ordnung wie jene des Steinsalzes, Sylvins, Fluorits; die angegebene Voraussetzung war also nicht begründet. Die angewandte Methode ist im Allgemeinen für isotrope Medien brauchbar, für die anisotropen nur in wenigen speciellen Fällen.

Ref.: G. Bartalini.

**25. L. Bombicci** (in Bologna): **Neue Untersuchungen über den Melanophlogit der Gionagrube bei Racalmuto in Sicilien** (Accad. Sc. Ist. Bologna, 22. März 1891). — Der Verf. betrachtet den Melanophlogit als aus rhomboëdrischer Kieselsäure (Typus Quarz) bestehend, in mimetisch pseudo-hexaëdrischen Formen. Die 5 % $H_2SO_4$ betrachtet er als Krystallisationselement ähnlich dem Krystallwasser. Die chemische Formel sei $SiO_2 + \frac{1}{10}H_2SO_4$. Die primitiven Theilchen seien rhomboëdrisch mit einem Rhomboëderwinkel von 94° 15'; in den pseudo-hexaëdrischen mimetischen Sammelindividuen wird derselbe 90°, das Krystallisationselement (?) erniedrige den Winkel 94° 15' auf 90°.

Würfelige Krystalle werden beim Erhitzen erst weiss, dann stellenweise oder ringsherum schwarz; wenn sie wieder farblos geworden sind, sind sie brüchig. Der Verf. betrachtet dies als einen ähnlichen Vorgang wie die Entwässerung eines Salzes, z. B. Gyps, und möchte daher das Mineral Leucophlogit nennen. Er fand auch rosafarbene Exemplare, doch dringt der Farbstoff nicht weit ins Innere; vor dem Löthrohre werden diese Krystalle erst gelb und dann tief schwarz. Die Krystalle des Melanophlogit beherbergen: farblosen Quarz,

Chalcedon, Opal und harzige Stoffe. Einige Dünnschliffe durch kugelige Aggregate zeigen im Inneren dreiseitige, tetraëderähnliche Durchschnitte, welche mittelst $HCl$ als Calcit erkannt wurden. Der Melanophlogit wäre somit mimetisch, aber nicht wie Mallard u. A. annehmen aus sechs tetragonalen Elementen zusammengesetzt, sondern im Gegentheil aus hexagonal-rhomboëdrischen. Die Bildung des Melanophlogit wäre eine gleichzeitige mit den übrigen Mineralien, doch wäre bei den meisten der Calcit, concretionäre Hyalit und der Gyps jünger. Die kugeligen, radialfaserigen Gebilde zeigen nur an der Oberfläche Melanophlogit, im Inneren bestehen sie aus Chalcedon.

Ref.: G. Bartalini.

**26. L. Busatti** († in Pisa): **Ueber einen Elbaner Beryll** (Proc. Verb. Soc. Tosc. di Sc. Nat. 5 Luglio 1891). — Der Verf. beschreibt Beryllkrystalle von Sant' Ilario auf Elba, welche im Allgemeinen dem Rosterit gleichen. Abweichend davon ist ihre Farbe, welche bläulich und grünlich ist, ihre chemische Zusammensetzung, welche einen Eisengehalt ergab, den der Verf. als Ursache der Farbe ansieht, sowie der schwache Pleochroismus.

Ref.: G. Bartalini.

**27. G. B. Negri** (in Genua): **Ueber die Krystallform einiger Condensationsproducte des Pyrrylmethylketons mit dem Oxaläther** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco 8, 17). Dargestellt von A. Angeli.

1. $\alpha$-Diphenyl-$\beta$-pyrroylpropionsäure.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,2456 : 1 : 1,9855; \quad \beta = 74^0 32'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {$\bar{1}$01}, {110}. Kleine unvollkommene Krystalle, tafelig nach {100}, seltener prismatisch nach [010]. {$\bar{1}$01}, {110} spiegelnd, {100}, {001} uneben. Die entsprechenden Winkel weisen grosse Schwankungen auf. Der Winkel [001] : [010] wurde unter dem Mikroskop zu 90° gemessen.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):($\bar{1}$10) | = 49° 36′ | 6 | — |
| ($\bar{1}$01):(001) | = 48 7 | 4 | — |
| (110):(001) | = 83 34½ | 2 | — |
| (100):(110) | = 64 33 | 6 | 65° 12′ |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$01) | = 57 31 | 5 | 57 21 |
| ($\bar{1}$10):($\bar{1}$01) | = 77 11 | 8 | 76 55 |
| (100):(001) | = 74 22 | 1 | 74 32 |

Durch {100} tritt eine optische Axe aus, auf derselben Fläche gerade Auslöschung.

2. Anilpyrroylpyrotraubensäure-Aether,

$$C_4H_4NCOCH_2C(NC_6H_5)COOC_2H_5.$$

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : c = 0,9081 : 1 : ?; \quad \beta = 84^0 3'.$$

Beobachtete Formen {100}, {001}, {$\bar{1}$01}, {010}. Tafelförmig nach (100) und nach [010] gestreckt.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(001) | = 84° 3′ | 3 | — |
| (001):(̄101) | = 51 19 | 5 | 51 2 |
| (̄101):(̄100) | = 44 55 | 6 | — |
| (010):(̄101) | = 90 2½ | 5 | 90 0 |
| (010):(100) | = 90 13 | 4 | 90 0 |

Auf (100) gerade Auslöschung und Austritt einer optischen Axe zu beobachten.

3. Anilpyrroylpyrotraubensäure, $C_4H_4NCOCH_2C(NC_6H_5)COOH$.

Krystalle aus Benzol.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a:b:c = 0,82695:1:1,32505;$
$\alpha = 115^0 40\frac{1}{2}'$, $\beta = 105' 59'$, $\gamma = 62^0 49$.

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {110}, {120}, {0̄11}. Nach der $c$-Axe verlängerte kleine, gelbe, durchsichtige Krystalle. {110}, {120} öfters fehlend. Die Flächen der Zone [001] sind parallel [001] gestreift.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(0̄10) | = 67° 4′ | 10 | — |
| (100):(001) | = 84 28 | 10 | — |
| (001):(010) | = 68 55½ | 2 | — |
| (100):(110) | = 51 4 | 2 | — |
| (001):(0̄11) | = 70 3 | 5 | — |
| (0̄10):(0̄11) | = 41 9 | 3 | 41° 1½′ |
| (100):(0̄11) | = 62 45 | 8 | 62 35 |
| (110):(010) | = 61 43 | 2 | 61 52 |
| (110):(120) | = 27 59 | 1 | 28 3 |
| (120):(010) | = 33 48 | 3 | 33 49 |
| (120):(001) | = 63 43 | 1 | 63 47 |

4. Phenyl-isoazol-äther.

Schmelzpunkt 52°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,89624:1:0,31755;\quad \beta = 51^0 15'$.

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {101}, {011}, {̄121}. Farblose, durchsichtige, nach [001] prismatische Krystalle. {110} vorherrschend, {010} klein oder ganz fehlend.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):(1̄10) | = 69° 54′ | 12 | — |
| (110):(101) | = 50 6 | 8 | — |
| (011):(0̄11) | = 27 49 | 6 | — |
| (110):(010) | = 55 3 | 9 | 55° 3′ |
| (101):(011) | = 18 49 | 6 | 18 47 |
| (011):(̄110) | = 111 4 | 4 | 111 7 |
| (010):(101) | = 90 2 | 2 | 90 0 |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (010):(011) | = 76° 6′ | 4 | 76° 5½′ |
| (110):(1̄10) | = 110 5 | 5 | 110 6 |
| (110):(011) | = 50 37 | 4 | 50 31 |
| (1̄21):(011) | = 24 57 | 3 | 24 45 |
| (1̄21):(1̄10) | = 86 23 | 2 | 86 22 |
| (1̄21):(010) | = 58 54 | 3 | 59 3 |
| (1̄21):(1̄2̄1) | = 61 46 | 1 | 61 54 |
| (1̄21):(110) | = 58 33½ | 2 | 58 16 |
| (1̄2̄1):(011) | = 48 42½ | 2 | 48 38 |

5. 1-Phenyl-3-Pyrryl-5-Carbopyrazol-Säure.

$$\begin{array}{l} \quad CH\text{-}CH\text{-}COOH \\ \quad\ \, \| \quad\ \| \\ C_4H_3NHC \quad N \\ \qquad\quad \diagdown \diagup \\ \qquad\quad NC_6H_5 \end{array}$$

Krystalle aus Alkohol.
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1,3689:1:1,4986\,; \quad \beta = 69^0\,8\tfrac{1}{2}'.$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {1̄01}, {101}, {110}, {120}. Meist nach [010] prismatische Krystalle, selten nach {001} tafelig. {100} und {120} zurücktretend. Zersetzen sich an der Luft sehr bald.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(110) | = 51°59′ | 9 | — |
| (001):(1̄01) | = 59 11 | 5 | — |
| (110):(001) | = 77 20 | 9 | — |
| (110):(120) | = 16 44 | 10 | 16°40 |
| (120):(1̄20) | = 42 30 | 5 | 42 42 |
| (100):(001) | = 69 30 | 2 | 69 8½ |
| (1̄01):(1̄00) | = 51 15 | 4 | 51 40 |
| (110):(1̄10) | = 75 48 | 3 | 76 2 |
| (1̄01):(1̄10) | = 67 24 | 9 | 67 33 |
| (120):(001) | = 82 50 | 1 | 82 33 |
| (1̄20):(1̄01) | = 76 43 | 1 | 76 57 |
| (100):(101) | = 32 53 | 2 | 32 47 |
| (001):(101) | = 36 51 | 1 | 36 21 |

Ref.: G. Bartalini.

**28. G. B. Negri** (in Genua): **Ueber die Krystallform der Cantharsäure und einiger ihrer Derivate** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco 8, 22). — Dargestellt von A. Anderlini und A. Ghira.

1. Cantharsäure, $C_{10}H_{12}O_4$. Schmelzpunkt 274°—275°.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 0,96218:1:0,68658.$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {111}, {101}. Farblose, durchsichtige, nach [001] prismatische Krystalle, oder tafelig nach {100}. {111} ist gut spiegelnd, {100}, {010}, {101} dagegen uneben.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (111):(1̄11) | = 60°56′ | 7 | — |
| (111):(11̄1) | = 58 24 | 6 | — |
| (100):(111) | = 59 19 | 4 | 59°32′ |
| (010):(111) | = 60 47 | 1 | 60 48 |
| (111):(1̄1̄1) | = 89 22 | 1 | 89 26 |
| (010):(110) | = 46 30 | 1 | 46 6 |
| (111):(101) | = 29 13 | 2 | 29 12 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Die Substanz ist zuerst von Piccard dargestellt (Ber. d. deutsch. chem. Ges. **11**, 1878, 2120) und von ihm als rhombisch bestimmt worden. Das von ihm aus Winkeln, welche mit dem Anlegegoniometer gemessen worden waren, berechnete Axenverhältniss 1,62 : 1 : 0,74 ist unrichtig.

2. Cantharsäurederivat, $C_{10}H_{13}O_3N$,

erhalten durch Einwirkung von Ammoniak. Schmelzpunkt 185°. Krystalle aus Wasser.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0{,}911698 : 1 : 0{,}664854$; $\beta = 83^\circ 6' 14''$.

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {111}, {1̄11} in einer einzigen Combination. Kleine, nach {100} tafelige und nach [001] verlängerte Krystalle. {111}, {1̄11} bald gleich, bald ungleich entwickelt. Alle Flächen fast stets gut spiegelnd. Mittlere Differenz zwischen Rechnung und Beobachtung 3′ 16″.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (111):(1̄11) | = 62°32′ | 9 | — |
| (010):(111) | = 36 11 49″ | 11 | — |
| (111):(1̄1̄1) | = 89 2 55 | 12 | — |
| (100):(111) | = 54 22 50 | 6 | 54°32′ 0″ |
| (1̄00):(1̄11) | = 63 2 0 | 4 | 62 56 0 |
| (111):(11̄1) | = 53 37 24 | 6 | 53 36 22 |
| (1̄11):(1̄1̄1) | = 59 11 45 | 4 | 59 4 42 |
| (010):(1̄11) | = 60 23 18 | 10 | 60 27 39 |
| (100):(010) | = 90 1 48 | 5 | 90 0 0 |

Vollkommene Spaltbarkeit nach {100}. Auf (100) gerade Auslöschung und Austritt einer optischen Axe. Eine Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit $c$ gegen $-a$ 30°48′. Optische Axenebene parallel {010}.

3. Cantharsäure-Oxim, $C_{10}H_{13}O_4N$.

Schmelzpunkt 166°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}077243 : 1 : 1{,}240174$; $\beta = 87^\circ 1'$.

Beobachtete Formen: {100}, {101}, {001}, {1̄01}, {110}, {1̄21}. Kleine, farblose, nach (001) tafelige Krystalle. {001}, {1̄21} vorherrschend.

| Winkel: | | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|---|
| (100):(001) | = | 87° 1′ | 5 | — |
| :(110) | = | 47 5 27″ | 5 | — |
| (1̄01):(1̄21) | = | 59 3 17 | 9 | — |
| (001):(1̄01) | = | 50 52 50 | 4 | 50° 43′ 40″ |
| (1̄01):(1̄00) | = | 42 17 20 | 4 | 42 15 20 |
| (1̄10):(1̄21) | = | 27 10 36 | 7 | 27 27 48 |
| (110):(1̄10) | = | 85 40 | 1 | 85 49 6 |
| (1̄00):(1̄21) | = | 67 20 40 | 6 | 67 37 45 |
| (1̄01):(1̄10) | = | 59 18 30 | 2 | 59 44 24 |
| (1̄21):(121̄) | = | 61 58 | 6 | 61 53 26 |
| (001):(1̄21) | = | 71 2 | 4 | 71 0 14 |
| :(1̄10) | = | 91 55 | 1 | 92 1 50 |
| (101):(1̄21) | = | 93 54 | 1 | 94 7 54 |
| (001):(101) | = | 47 9 | 1 | 47 19 35 |

Auf (001) gerade Auslöschung.

### 4. Isocantharidin, $C_{10}H_{12}O_4$.

Schmelzpunkt 77°—78°. Krystalle aus wässerigem Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,027252 : 1 : 1,179472; \quad \beta = 59^0\ 0'\ 26''.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {1̄01}, {010}, {110}, {120}, {1̄12}. Vorherrschend {100}, {001}, {1̄01}, {110}, {010}. Farblose Krystalle mit ebenen, gut spiegelnden Flächen.

| Winkel: | | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|---|
| (100):(001) | = | 59° 0′ 26″ | 8 | — |
| (001):(1̄01) | = | 97 26 48 | 9 | — |
| (1̄10):(1̄01) | = | 93 31 3 | 9 | — |
| (100):(110) | = | 41 26 33 | 11 | 41° 22′ 1″ |
| (110):(120) | = | 18 53 27 | 6 | 19 2 44 |
| (120):(010) | = | 29 40 5 | 6 | 29 35 16 |
| (110):(010) | = | 48 35 30 | 6 | 48 37 59 |
| (1̄00):(1̄01) | = | 53 35 53 | 9 | 53 32 46 |
| (110):(001) | = | 67 19 5 | 6 | 67 15 58 |
| (120):(001) | = | 75 11 15 | 5 | 75 16 15 |
| (1̄01):(1̄20) | = | 72 50 30 | 2 | 72 56 23 |
| (010):(001) | = | 90 0 5 | 5 | 90 0 0 |
| (010):(1̄01) | = | 90 1 51 | 6 | 90 0 0 |
| (001):(1̄12) | = | 44 57 | 1 | 45 2 47 |
| (1̄12):(010) | = | 59 28 | 1 | 59 31 49 |
| :(1̄20) | = | 61 45 | 1 | 61 56 56 |
| :(1̄10) | = | 67 40 | 1 | 67 41 15 |
| :(1̄00) | = | 86 39 | 1 | 86 35 53 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Auslöschungsrichtung auf (100) gerade, auf (110) mit $c$ gegen $-a$ einen Winkel von 11° ca. bildend (weisses Licht), auf der-

selben Fläche Austritt einer Axe. Ebene der optischen Axen senkrecht zu (010) mit c gegen —a einen Winkel von 43° ca. bildend (weisses Licht).

Ref.: G. Bartalini.

**29. G. B. Negri** (in Genua): **Krystallographische Untersuchungen einiger chemischer Verbindungen** (Rivista di Min. e Crist. di R. Panebianco 8, 49).

1. Bibromacetylacrylsäure, $CH_3.CO.CBr=CBr.COOH$.

Dargestellt von Ciamician und Angeli. Schmelzpunkt 79°. Krystalle aus Benzol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,63859 : 1 : 0,46721.$$

Beobachtete Formen: {010}, {110}, {101}, {111}. Habitus wechselnd, manchmal mit Andeutung von Hemimorphie. Axenverhältniss aus allen Winkeln mittelst der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Flächen gut spiegelnd. Grosse, farblose Krystalle.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (010):(111) | = 69° 21′ | 8 | 69° 20′ |
| (110):(111) | = 49 2 | 6 | 49 2 |
| (010):(110) | = 57 28 | 10 | 57 26 |
| (110):(1$\bar{1}$0) | = 65 10 | 6 | 65 7 |
| (111):(101) | = 20 42 | 8 | 20 40 |
| :($\bar{1}\bar{1}$1) | = 82 2½ | 2 | 81 55 |
| :($\bar{1}$11) | = 67 9 | 2 | 67 5 |
| (101):($\bar{1}$01) | = 72 12 | 1 | 72 23 |
| (110):(101) | = 60 27 | 2 | 60 9 |
| :(1$\bar{1}$1) | = 73 57 | 2 | 74 0 |
| (111):($\bar{1}$01) | = 73 27 | 4 | 73 33 |

Vollkommene Spaltbarkeit nach {010}. Optische Axenebene {100}. Durch {010} treten die Axen aus. Erste Mittellinie $b$; $\varrho < v$.

2. Protocotoin.

Dargestellt von Ciamician und Silber. Schmelzpunkt 141°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 2,9303 : 1 : 2,0558; \quad \beta = 79° 6'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {001}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{2}$01}, {$\bar{1}$12}, {310}. Sehr kleine, nach [001] prismatische Krystalle, mit unvollkommenen Flächen. {310} wurde durch den Zonenverband [001] : [$\bar{1}$3$\bar{2}$] bestimmt. Axenverhältniss aus allen Winkeln mittelst kleinster Quadrate berechnet. Mittlerer Fehler $\mu$ = 13′ 44″.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(110) | = 70° 56′ | 14 | 70° 50′ |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$01) | = 62 40 | 9 | 62 26 |
| ($\bar{1}$01):(001) | = 38 5 | 5 | 38 28 |
| (100):(001) | = 78 56 | 5 | 79 6 |
| (110):($\bar{1}$10) | = 38 10 | 5 | 38 20 |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(110):(001)$ | $= 86^0\ 7'$ | 3 | $86^0 26'$ |
| $(001):(\bar{1}12)$ | $= 48\ 43\frac{1}{2}$ | 2 | 48 48 |
| $(\bar{1}10):(\bar{1}12)$ | $= 44\ 17\frac{1}{2}$ | 2 | 44 46 |
| $(\bar{1}00):(\bar{2}01)$ | $= 39\ 2$ | 6 | 38 58 |
| $(\bar{1}10):(\bar{1}01)$ | $= 80\ 56$ | 5 | 81 16 |
| $(\bar{1}01):(\bar{1}12)$ | $= 48\ 8$ | 5 | 48 10 |
| $(110):(\bar{1}12)$ | $= 50\ 35$ | 4 | 50 34 |
| $(\bar{1}12):(\bar{2}01)$ | $= 58\ 37$ | 2 | 58 23 |
| $(\bar{1}10):(\bar{2}01)$ | $= 74\ 53$ | 4 | 75 13 |

Auf $\{100\}$ gerade Auslöschung und Austritt einer Axe. Auf $\{110\}$ bildet eine Schwingungsrichtung mit $c$ gegen $-a$ einen Winkel von $30^0 16'$ (weisses Licht).

3. Thienylphenylcarbopyrazolsäureäther,

$C_4H_3S.C = CH.C.CO.OC_2H_5$
$N$ —— $N$ (N–C bond single, N=C bond double)
$C_6H_5$

Dargestellt von Salvatori. Schmelzpunkt $81^0$. Krystalle aus verdünntem Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,1770 : 1 : 0,7162 ; \quad \beta = 64^0 10'.$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{101\}$. Farblose, nach $[001]$ verlängerte, theils nach $\{100\}$, theils nach $\{010\}$ tafelige Krystalle. Vorherrschend $\{100\}$, $\{010\}$.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(100):(110)$ | $= 46^0 39'$ | 7 | $46^0 39'$ |
| $:(101)$ | $= 40\ 47$ | 10 | 40 46 |
| $(101):(001)$ | $= 23\ 21$ | 6 | 23 24 |
| $(110):(010)$ | $= 43\ 15$ | 6 | 43 21 |
| $(001):(\bar{1}00)$ | $= 115\ 48$ | 4 | 115 50 |
| $(110):(101)$ | $= 58\ 29$ | 5 | 58 40 |
| $:(001)$ | $= 72\ 50$ | 1 | 72 36 |
| $(100):(010)$ | $= 90\ 3$ | 6 | 90 0 |
| $(001):(010)$ | $= 90\ 5$ | 1 | 90 0 |
| $(010):(101)$ | $= 90\ 1$ | 6 | 90 0 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Mittlerer Fehler $\mu = 4' 55''$. Auf $\{100\}$ Auslöschung parallel $[001]$ und senkrecht eine optische Axe austretend. Auf $\{010\}$ Auslöschungsschiefe mit $c$ gegen $-a$ $42^0 30'$ (weisses Licht).

4. Thienylphenylcarbopyrazolsäure,

$C_4H_3S.C = CH.C.COOH$
$N$ —— $N$
$C_6H_5$

Dargestellt von Salvatori. Schmelzpunkt $195^0$. Krystalle aus wässerigem Alkohol.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a : b : c = 1,7455 : 1 : ?.$

$\alpha = 70^0 47', \quad \beta = 118^0 46', \quad \gamma = 93^0 6'.$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {110}, letztere Form nur schmal und schlecht spiegelnd. Trotz wiederholten Krystallisationsversuchen konnten keine weiteren Flächen erhalten werden. Die Krystalle werden nach ganz kurzer Zeit matt.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (0$\bar{1}$0):(100) | = 82° 45′ | 6 | — |
| (100):(001) | = 60 33 | 6 | — |
| (001):(0$\bar{1}$0) | = 69 44 | 4 | — |
| (100):(110) | = 63 40 | 1 | — |
| (110):(010) | = 33 46 | 1 | 33° 35′ |
| :(001) | = 92 6 | 1 | 92 13 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Auf allen Flächen schiefe Auslöschung.

## 5. Nitroisomannid, $C_6H_8(NO_2)_2O_2$.

Dargestellt von Anderlini.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,90763 : 1 : 0,75090.$

Beobachtete Formen: {110}, {011}, {101}, {201}, {210}. Die kleinen, halbdurchsichtigen Krystalle sind nicht sehr gut zu Messungen geeignet. Prismatisch nach [001]. Vorherrschend {110}, {011}. Das Prisma {210} ist durch die Zone [001]:[12$\bar{2}$] bestimmt. Axenverhältniss aus allen Winkeln mittelst der kleinsten Quadrate berechnet.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) | = 84° 25′ | 4 | 84° 27′ |
| (011):(0$\bar{1}$1) | = 73 48 | 5 | 73 48 |
| (110):($\bar{1}$10) | = 95 32 | 4 | 95 33 |
| :(011) | = 66 10 | 9 | 66 12 |
| (011):(101) | = 52 0 | 1 | 51 58 |
| (101):(1$\bar{1}$0) | = 61 49 | 1 | 61 50 |
| (110):(201) | = 50 40 | 3 | 50 40 |
| (011):(201) | = 65 43 | 3 | 65 34 |
| (101):(201) | = 19 24 | 1 | 19 15 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

## 6. Isomannid-Dichlorhydrin, $C_6H_8O_2Cl_2$.

Dargestellt von Anderlini. Schmelzpunkt 64°.

Krystallsystem: Hexagonal.

$a : c = 1 : 1,1820.$

Beobachtete Formen: {0001}, {10$\bar{1}$0}, {11$\bar{2}$0}, {10$\bar{1}$1}, {20$\bar{2}$1}. Farblose, durchsichtige, nach {0001} tafelige Krystalle.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (10$\bar{1}$0):(10$\bar{1}$1) | = 36° 17½′ | 4 | 36° 14′ |
| (10$\bar{1}$1):(0001) | = 53 50 | 4 | 53 46 |
| (10$\bar{1}$0):(11$\bar{2}$0) | = 30 1 | 8 | 30 0 |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(01\bar{1}0)$ | = 66° 12′ | 1 | 66° 13′ |
| $:(11\bar{2}0)$ | = 45 39 | 1 | 45 41 |
| $(10\bar{1}0):(20\bar{2}1)$ | = 20 6½ | 4 | 20 7 |
| $(11\bar{2}0):(20\bar{2}1)$ | = | | 35 36 |
| $(01\bar{1}0):(20\bar{2}1)$ | = | | 62 0 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Optisch einaxig. Starke, positive Doppelbrechung.

7. Mannitan, $C_6H_{12}O_5$.

Dargestellt von Anderlini. Schmelzpunkt 137°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 3,0270 : 1 : 2,0577; \quad \beta = 75° 45'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {011}, {111}, {$\bar{1}$11}. Farblose, durchsichtige, dünne Tafeln nach {100} und nach [010] verlängert. Die Constanten sind aus allen Winkeln nach der Methode der kleinsten Quadrate berechnet. Mittlerer Fehler $\mu = 6' 44''$.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(100):(001)$ | = 75° 44′ | 8 | 75° 45′ |
| $:(11\bar{1})$ | = 78 54 | 19 | 78 56 |
| $(001):(\bar{1}11)$ | = 68 23 | 8 | 68 22½ |
| $(100):(111)$ | = 67 18 | 6 | 67 20 |
| $(111):(\bar{1}11)$ | = 33 28 | 5 | 33 44 |
| $(001):(111)$ | = 61 4 | 2 | 60 56 |
| $(111):(11\bar{1})$ | = 50 36 | 2 | 50 41 |
| $(11\bar{1}):(\bar{1}11)$ | = 56 10 | 2 | 56 4 |
| $(100):(011)$ | = 83 20 | 2 | 83 40 |
| $(011):(\bar{1}11)$ | = 17 22 | 2 | 17 24 |
| $:(11\bar{1})$ | = 51 24 | 1 | 51 24 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Optische Axenebene senkrecht zu {010}. Durch {100} beide Axen austretend, die Mittellinie nur wenige Grade gegen die Normale geneigt. Auf {100} eine Auslöschung parallel [010].

8. Diacetyl-paramethylpropyloxysulfobenzid,

$$SO_2 \langle \begin{matrix} C_6H_2 \langle \begin{matrix} CH_3 \\ C_3H_7 \\ O-C_2H_3O \end{matrix} \\ C_6H_2 \langle \begin{matrix} O-C_2H_3O \\ C_3H_7 \\ CH_3 \end{matrix} \end{matrix}$$

Dargestellt von Tassinari.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,6077 : 1 : 1,4055; \quad \beta = 81° 1'$.

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {$\bar{1}$01}, {110}, {210}, {$\bar{1}$12}. Farblose, nach {010} etwas tafelige Krystalle. {$\bar{1}$12} selten. Vorherrschend {010}, {001}, {$\bar{1}$01}. Die Flächen der Zone [010] geben einfache und scharfe Bilder. {010} uneben und aus mehreren Theilen bestehend.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(001) | = 81° 1′ | 4 | — |
| (001):(̄101) | = 45 0 | 4 | — |
| (100):(210) | = 38 27 | 11 | — |
| (210):(110) | = 19 8 | 7 | 19°21′ |
| (110):(010) | = 32 26 | 5 | 32 12 |
| (100):(010) | = 90 1 | 1 | 90 0 |
| (̄101):(̄210) | = 62 42 | 2 | 62 35 |
| :(̄1̄10) | = 71 34 | 3 | 71 44 |
| (001):(110) | = 85 12 | 3 | 85 14 |
| :(210) | = 82 57 | 2 | 82 59 |
| (̄1̄12):(̄101) | = 39 6 | 2 | 38 56 |
| :(̄2̄10) | = 58 22 | 1 | 58 17 |
| :(001) | = 41 14 | 1 | 41 16 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Eine Auslöschungsrichtung bildet auf {010} mit c gegen a einen Winkel von ca. 6° (weisses Licht).

### 9. Acridin, $C_6H_4 < \overset{CH}{\underset{N}{|}} > C_6H_4$.

Schmelzpunkt 107°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,6669 : 1 : 0,3408.$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {210}, {110}, {011}. Nach [001] verlängerte, auch nach {010} und {100} tafelige Krystalle. Die Flächen geben einfache, doch breite Bilder. {210} öfter fehlend.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(110) | = 33°42′ | 6 | — |
| (110):(010) | = 56 21 | 6 | 56°18′ |
| (010):(011) | = 71 11 | 6 | — |
| (100):(210) | = 18 10 | 1 | 18 26½ |
| (210):(110) | = 15 13 | 1 | 15 15½ |

Auf {010} und {100} gerade Auslöschung. Optische Axenebene {001}. Auf {100} Axenaustritt. Die Differenzen mit den von P. Groth gefundenen Elementen erklärt der Verf. damit, dass Letzterer unreine, braungelbe Krystalle gehabt habe.

### 10. Propyl-Acridin, $C_6H_4 < \overset{C - C_3H_7}{\underset{N}{|}} > C_6H_4$.

Dargestellt von Volpi. Schmelzpunkt 75°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,01554 : 1 : 1,99815; \quad \beta = 61^{\circ} 7\frac{1}{2}'.$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {̄111}. Farblose, nach {100} tafelige Krystalle. {001} sehr klein, {̄111} gross und spiegelnd.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(\bar{1}00):(\bar{1}11) =$ | 75° 26′ | 8 | — |
| $(001):(\bar{1}11) =$ | 75 3½ | 6 | — |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | 119 53 | 2 | — |
| $(100):(001) =$ | 61 14 | 2 | 61° 7⅓′ |

Auf {100} gerade Auslöschung.

11. Aethylacridinchlorhydrat, $C_{15}H_{13}N.HCl$.

Dargestellt von Volpi. Schmilzt nicht, sondern zersetzt sich.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,5199 : 1 : ?; \quad \beta = 83° 7'$.

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {001}. Theils nach [001] prismatisch theils nach {110} tafelig. Die Flächen sind selten eben und spiegelnd.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(100):(110) =$ | 56° 28′ | 6 | — |
| $(110):(\bar{1}10) =$ | 67 20 | 1 | 67° 4′ |
| $(100):(001) =$ | 83 7 | 4 | — |
| $(110):(001) =$ | 86 15 | 3 | 86 12 |

Ref.: G. Bartalini.

**80. G. B. Negri** (in Genua): **Ueber die Krystallform einiger Cantharidin-Derivate** (R. Accad. dei Lincei VII, fasc. 8, 1891).

1. Cantharidinmethylimid, $C_{10}H_{11}O_3NCH_3$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,5750 : 1 : 0,7468$.

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {011}.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0) =$ | 59° 48′ | 5 | — |
| $(011):(0\bar{1}1) =$ | 73 30½ | 5 | — |
| $(110):(010) =$ | 60 5 | 10 | 60° 6′ |
| $:(\bar{1}10) =$ | 120 13 | 5 | 120 12 |
| $(010):(011) =$ | 53 13 | 7 | 53 15 |
| $(110):(011) =$ | 72 36 | 8 | 72 39 |

Auf {010} und {110} gerade Auslöschung.

2. Cantharidinäthylimid, $C_{10}H_{11}O_3NC_2H_5$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,5235 : 1 : 0,7868$.

Beobachtete Formen: {010}, {110}, {101}, {011}.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 55° 16′ | 11 | — |
| :(101) = | 42 28 | 4 | — |
| (010):(110) = | 62 21 | 11 | 62° 22′ |
| :(011) = | 51 50 | 6 | 51 48 |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | 76 13 | 6 | 76 23 |
| (101):($\bar{1}$01) = | 112 25 | 1 | 112 44 |
| :(011) = | 64 8 | 3 | 64 12 |
| (110):(011) = | 73 22 | 8 | 73 20 |

Auf {110} und {010} gerade Auslöschung.

3. Cantharidinallylimid, $C_{10}H_{11}O_3NC_3H_5$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,2823 : 1 : 0,5943$; $\beta = 67^0\ 34\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {011}, {$\bar{1}$12}, {$\bar{1}$32}.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (010):(110) = | 75° 17′ | 6 | — |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | 57 54½ | 2 | — |
| (100):(011) = | 71 22 | 3 | — |
| (010):(011) = | 61 0 | 3 | 61° 3′ |
| :($\bar{1}$12) = | 76 31 | 3 | 76 33 |
| (010):($\bar{1}$32) = | 54 25 | 1 | 54 21 |
| ($\bar{1}$12):($\bar{1}$32) = | 21 55½ | 2 | 22 12 |
| (011):($\bar{1}$32) = | 48 36 | 1 | 48 41 |
| ($\bar{1}$32):($\bar{1}$10) = | 52 15 | 1 | 52 3 |
| ($\bar{1}$12):($\bar{1}$10) = | 51 52 | 1 | 51 50 |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$12) = | 54 42 | 4 | 54 42 |
| ($\bar{1}$12):($\bar{1}\bar{1}$0) = | 60 12 | 1 | 60 1 |
| (110):(011) = | 64 25 | 1 | 64 24 |
| (011):($\bar{1}$12) = | 55 34 | 1 | 55 35 |
| (1$\bar{1}$0):(011) = | 79 14 | 1 | 79 17 |

Auf {010} bildet eine Auslöschungsrichtung (weisses Licht) mit $c$ gegen $a$ einen Winkel von 31° 30′.

4. Cantharidinphenylimid, $C_{10}H_{11}O_3NC_6H_5$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,7798 : 1 : 1,9818$; $\beta = 89^0\ 39\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {$\bar{1}$01}, {110}, {310}, {$\bar{1}$12}.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| (100):(001) = | 89° 40′ | 10 | — |
| :(110) = | 70 13 | 7 | — |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$01) = | 54 44 | 5 | — |
| (001):($\bar{1}$01) = | 35 36 | 3 | 35° 36′ |

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(110):(\bar{1}10)$ | = 39 39½ | 6 | 39 34 |
| $:(001)$ | = 89 54 | 9 | 89 53 |
| $(001):(\bar{1}\bar{1}0)$ | = 90 8 | 4 | 90 7 |
| $(100):(310)$ | = 42 52 | 4 | 42 49 |
| $(310):(110)$ | = 27 17 | 4 | 27 24 |
| $(\bar{1}01):(\bar{1}10)$ | = 78 44 | 2 | 78 44 |
| $(\bar{1}01):(\bar{3}10)$ | = 64 58 | 2 | 64 57 |
| $(001):(\bar{1}12)$ | = 45 23 | 1 | 46 32 |
| $(\bar{1}12):(\bar{1}10)$ | = 44 42 | 1 | 43 34½ |

Spaltbarkeit nach {100}. Auf {100} und {001} gerade Auslöschung. Durch {100} tritt, fast normal, eine optische Axe aus; durch {001} eine andere, aber sehr geneigt zur Normalen.

5. Cantharidinnaphtylimid, $C_{10}H_{11}O_3NC_{10}H_7$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,55814:1:1,75340; \quad \beta = 83^0\,59'$.

Beobachtete Flächen: {100}, {010}, {001}, {120}, {110}, {011}, $\{\bar{1}04\}$, $\{\bar{1}12\}$.

| Winkel: | Beobachtet: | Zahl der Kanten: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(100):(110)$ | = 29° 2′ | 12 | — |
| $(010):(011)$ | = 29 50 | 6 | — |
| $(011):(\bar{1}10)$ | = 67 57 | 1 | — |
| $(010):(110)$ | = 60 53 | 6 | 60° 58′ |
| $(011):(001)$ | = 60 7 | 3 | 60 10 |
| $(100):(010)$ | = 90 0 | 8 | 90 0 |
| $(010):(001)$ | = 90 3 | 6 | 90 0 |
| $:(120)$ | = 42 25 | 1 | 42 1 |
| $(100):(001)$ | = 84 9 | 2 | 83 59 |
| $(001):(\underline{00\bar{1}})$ | = 11 50 | 1 | 12 2 |
| $(100):(10\bar{4})$ | = 55 27½ | 2 | 55 37 |
| $(110):(10\bar{4})$ | = 60 23½ | 2 | 60 25 |
| $(10\bar{4}):(11\bar{2})$ | = 33 9 | 1 | 33 23 |
| $(\bar{1}10):(\bar{1}12)$ | = 30 40 | 1 | 30 17 |

Häufig Zwillinge nach {100}. Die Zwillingsebene ist jedoch schwankend, $(100):(\underline{00\bar{1}})$ gefunden: 88° 49′, 85° 40′, 85° 58′, 88° 33′, 84° 6′, 84° 12′, berechnet: 83° 59′. $(00\bar{1}):(\underline{00\bar{1}})$ gefunden: 2° 42′, 8° 17′, 11° 50′, berechnet: 12° 2′. Die optische Axenebene ⊥ {010} bildet mit $c$ gegen $+a$ einen Winkel von 10° 29′ (weisses Licht). Auf {010} der Zwillingskrystalle ist der Auslöschungswinkel der beiden Individuen 21° 50′. Unter dem Mikroskope zeigen einige Krystalle wiederholte Zwillingsbildung. Durch (010) treten die optischen Axen aus. Der Verf. weist schliesslich noch auf die Aehnlichkeit des Cantharidindimethylimid mit der Cantharidinäthylimid hin.

Ref.: G. Bartalini.

# XII. Ueber Allanit und Turmalin aus New Jersey*).

Von

Arthur S. Eakle in Ithaka, N. Y.

(Mit 6 Textfiguren.)

Eine grosse Anzahl mir zur Verfügung stehender Allanitkrystalle aus der Trotter Mine, Franklin Furnace, N. J., boten mir Gelegenheit, das Mineral von diesem Fundorte einer krystallographischen Untersuchung zu unterwerfen. Die erste Erwähnung desselben geschah durch C. T. Jackson 1850 **), der eine kurze Beschreibung des Vorkommens, ohne Angabe der Krystallform, und eine Analyse gab. Seine Krystalle stammen von einer anderen Stelle her als die meinigen, sie sassen im Feldspath der alten Magnetitgruben, während die hier beschriebenen mit den Zinkerzen in einem granitischen Gange***) sich fanden. Die Krystalle sind rein schwarz, sehr brüchig und bilden die gewöhnlichen tafeligen, parallel der Orthoaxe langgezogenen Gestalten. Die Flächen sind im Allgemeinen matt, unter dem Mikroskope betrachtet erscheinen sie stark löcherig, so dass die Reflexe, welche sie liefern, nur sehr schwach sind. Eine unvollkommene Spaltbarkeit liegt parallel der Basis und dem Orthopinakoid, eine etwas vollkommenere verläuft in der Richtung des Prismas, weicht aber etwa $6\frac{1}{2}^0$ vom Parallelismus ab. Der Winkel dieser Spaltungsrichtung zu $\{100\}$ beträgt im Mittel $47^0 56'$. An den Krystallen wurden insgesammt folgende 14 Formen aufgefunden:

| | | |
|---|---|---|
| $a\{100\}\infty P\infty$ | $l\{\bar{2}01\}2P\infty$ | $r\{\bar{1}01\}+P\infty$ |
| $c\{001\}0P$ | $m\{110\}\infty P$ | $u\{210\}\infty P2$ |
| $d\{111\}-P$ | $n\{\bar{1}11\}+P$ | $s\{\bar{1}03\}+\frac{1}{3}P\infty$ |
| $e\{101\}-P\infty$ | $o\{011\}P\infty$ | $x\{102\}-\frac{1}{2}P\infty$. |
| $i\{\bar{1}02\}\frac{1}{2}P\infty$ | | |

*) Vorgelegt der N. Y. Acad. Sci. Nov. 27, 1893.

**) Allanit from Franklin Furnace, N. J., C. T. Jackson, Proc. A. A. A. S. 1850, 323.

***) J. F. Kemp, Trans. N. Y. Acad. Sci. 1893, Oct. 30.

$x$, $i$ und $o$ sind weniger häufig, $w$ und $s$ selten. Die übrigen Formen sind die gewöhnlichen dieses Minerales, wie sie an allen Fundorten auftreten.

Die einfachste Combination Fig. 1 zeigt nur {001}, {100}, {110} und ist ziemlich selten. Die flächenreichere Combination Fig. 2: $m, a, c, d, n, l, e$

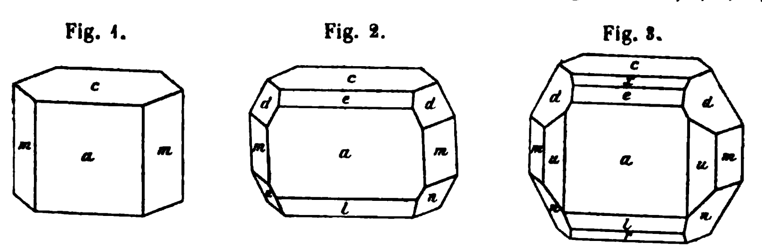



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

wurde an dem grössten der vorliegenden Krystalle beobachtet. Derselbe war aber nur mit dem Anlegegoniometer messbar. Noch flächenreichere Combinationen sind in den Figg. 3, 4 und 5 dargestellt. Fig. 3 zeigt $c, x, e, a, d, n, u, m, l, r$ und gleicht den von Dana beschriebenen Krystallen von Moriah, N. Y. Fig. 4 ist die formenreichste beobachtete Combination, nämlich die eben für Fig. 3 genannten Formen ausser $x$ und dazu noch $i$, $s$ und $w$. Fig. 5 unterscheidet sich von den übrigen durch das Auftreten von $o$. Die oft sehr dürftigen Reflexe erlaubten keine genauen Messungen, doch wurden die Formen durch zahlreiche Messungen sicher gestellt.

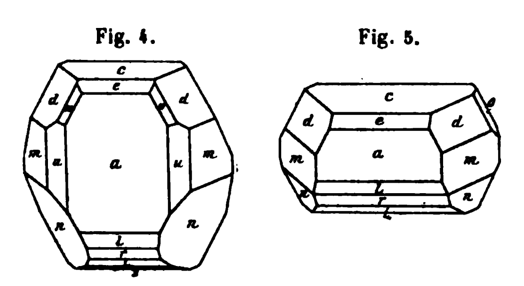



Fig. 4. Fig. 5.

| | Gemessen: | Berechnet*): |
|---|---|---|
| (001):(100) = | 65° 2′ | 64°59′ |
| (001):(101) = | 34 50 | 34 53 |
| (001):(102) = | 22 36 | 22 36½ |
| (001):($\bar{2}$01) = | 89 2 | 89 1 |
| (001):($\bar{1}$01) = | 63 26 | 63 24 |
| (001):($\bar{1}$02) = | 34 15 | 34 15½ |
| (001):($\bar{1}$03) = | 21 22 | 22 10 |
| (001):(011) = | 58 5 | 58 2⅔ |
| (001):(111) = | 52 8½ | 52 9 |
| (001):($\bar{1}$11) = | 74 50 | 74 49 |
| (100):(101) = | 29 56 | 30 6 |
| (100):(210) = | 35 42 | 35 5¾ |

*) E. S. Dana, New System of Mineralogy 1892, Allanite, p. 522.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(111)$ | $= 49^{\circ}35'$ | $49^{\circ}40'$ |
| $(100):(211)$ | $= 34\ \ 9$ | $34\ 15$ |
| $(100):(110)$ | $= 54\ 26$ | $54\ 34$ |
| $(100):(\bar{2}01)$ | $= 25\ 59$ | $26\ \ 0$ |
| $(210):(110)$ | $= 19\ 23$ | $19\ 28\frac{1}{2}$ |
| $(111):(\bar{1}11)$ | $= 61\ 11$ | $61\ 38$ |
| $(102):(101)$ | $= 12\ 18$ | $12\ 16\frac{1}{2}$ |
| $(\bar{2}01):(\bar{1}01)$ | $= 25\ 27\frac{1}{2}$ | $25\ 37$ |
| $(\bar{1}01):(\bar{1}02)$ | $= 28\ 13$ | $28\ \ 8\frac{1}{2}$ |
| $(\bar{1}02):(\bar{1}03)$ | $= 12\ 27$ | $11\ 56\frac{1}{2}$ |
| $(211):(111)$ | $= 15\ \ 8$ | $15\ 25$ |

Im Dünnschliffe wird der Allanit braun durchsichtig und zeigt einen starken Pleochroismus: $\mathfrak{a}$ = gelb, $\mathfrak{b}$ = dunkel rothbraun, $\mathfrak{c}$ = graubraun, starke Absorption der Strahlen parallel $\mathfrak{b}$. Der Brechungsindex ist hoch, dagegen scheint die Doppelbrechung schwach zu sein. Die Auslöschung auf $\{100\}$ ist parallel, auf $\{010\}$ bildet sie einen Winkel von ca. $36^{\circ}$ mit $c$ im spitzen Winkel $\beta$. Das Mineral enthält zahlreiche Feldspatheinschlüsse.

**Turmalin.** Etwa $3\frac{1}{2}$ Meilen nordöstlich von Franklin Furnace, bei Rudeville, finden sich in derselben Kalkzone, welcher die Zinkerze angehören, grosse braune Turmaline. Der Kalkstein wird durchsetzt von einem Gange Glimmer-Diabas, der, wie neuerdings gezeigt worden ist*), mehr oder weniger zersetzten Leucit enthält. Der Turmalin findet sich in der Nähe dieses Ganges im Kalk und ist wahrscheinlich ein Product der Contactmetamorphose. Grüne und braune Krystalle von grosser Vollkommenheit fanden sich in einem Kalksteinbruche in der Nähe eines Granitganges beim Hohofen von Franklin.

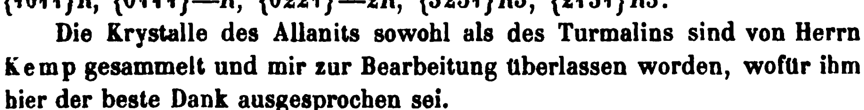


Fig. 6.

Die Krystalle, welche meist dunkelbraun sind und gute Flächen zeigen, haben trigonalen Habitus durch sehr stark entwickelte Flächen (bis zu 4 Zoll breit) von $\infty R$, $\infty P2$ untergeordnet. Am Ende herrscht neben $-R$ eine ungewöhnlich breit entwickelte Fläche der Basis, siehe Fig. 6. Die auftretenden Formen sind: $\{10\bar{1}0\}\infty P$, $\{11\bar{2}0\}\infty P2$, $\{41\bar{5}0\}\infty P\frac{5}{4}$, $\{0001\}0R$, $\{10\bar{1}1\}R$, $\{01\bar{1}1\}-R$, $\{02\bar{2}1\}-2R$, $\{32\bar{5}1\}R5$, $\{21\bar{3}1\}R3$.

Die Krystalle des Allanits sowohl als des Turmalins sind von Herrn Kemp gesammelt und mir zur Bearbeitung überlassen worden, wofür ihm hier der beste Dank ausgesprochen sei.

Geological Labor., Cornell Univ., Ithaca, N. Y.

*) J. F. Kemp, Amer. Journ. Sci. April 1894.

# XIII. Magnetostibian, ein neues Antimonmineral von der Sjögrube.

Von

L. J. Igelström in Sunnemo.

---

Das Mineral gleicht in seinem äusseren Aussehen völlig dem Magnetit und Jakobsit, unterscheidet sich aber leicht von denselben dadurch, dass es unter dem Mikroskope mit blutrother Farbe durchsichtig wird. Es findet sich in Gestalt von Körnern und körnigen Anreicherungen in dem, von mir schon früher*) erwähnten Basiliit-führenden Kalkstein. Seine Farbe ist schwarz, auch im Pulver, und wird beim Glühen an der Luft schwarzbraun. Ich habe dasselbe bislang nur in Körnern beobachten können, doch schien es mir, als ob sich unter dem Mikroskope einige Male kleine Oktaëder erkennen liessen, so dass das Mineral vielleicht als regulär krystallisirend zu betrachten ist. Es ist magnetisch, wenn auch schwächer als der Magnetit und Jakobsit; unter dem Mikroskope erweist es sich als völlig einheitlich, aber gemengt mit Kalkspath und Tephroit, in welchem Gemenge es bis zu 75 % steigen kann. In dem zur untenstehenden Analyse verwendeten Gemenge (1 g) fanden sich nur 30,5 % reiner Magnetostibian, der Rest bestand aus obengenannten zwei Mineralien.

Der Magnetostibian löst sich ziemlich leicht in Salzsäure zu einer schwach gelb gefärbten Flüssigkeit, welche sehr stark Permanganatlösung entfärbt, demnach sehr viel Eisenoxydul enthält. Die Lösung enthält ausserdem eine geringe Menge $Fe_2O_3$, ferner Antimon mit nur Spuren von Arsen, sowie $CaO$ und $MgO$ vom beigemengten Kalkspath herrührend. Ein kleiner Rückstand von $SiO_2$, sowie eine geringe Menge in der Lösung befindliche rührt vom Tephroit her.

Da das Mineral aus dem Gemenge nicht durch Auslesen rein erhalten werden konnte, so wurde der Kalkstein gepulvert, das Pulver geschlämmt

*) Diese Zeitschr. 22, 470.

und der schwerere schwarze Antheil mit dem Magneten ausgezogen. Die Analyse ergab:

| | | |
|---|---|---|
| $CaCO_3$ und $MgCO_3$ | 38,60 | 68,60 |
| Tephroit | 30,00 | Unreinigkeiten |
| $Sb_2O_5$ | 3,00 | |
| $As_2O_5$ | 0,50 | |
| $FeO$ | 5,23 | 30,50 |
| $MnO$ | 18,00 | Reine Substanz |
| $Fe_2O_3$ | 3,77 | |
| | 99,10 | |

Nach Abzug der Beimengungen ergiebt sich für den Magnetostibian auf 100 Theile:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $Sb_2O_5$ | 9,83 | Sauerstoff: | 2,46 | 3,00 |
| $As_2O_5$ | 1,54 | | 0,54 | |
| $FeO$ | 17,16 | | 3,81 | 17,16 |
| $MnO$ | 59,11 | | 13,35 | |
| $Fe_2O_3$ | 12,36 | | 3,70 | 3,70 |

Die Sauerstoffverhältnisse sind dieselben wie im Basiliit, und es ist zweifelsohne der letztere aus dem Magnetostibian entstanden. Der Basiliit findet sich denn auch in Schichten und Klüftungen des Magnetostibian-führenden Kalksteines und ist demnach durch Auslaugung und Umsetzung der Bestandtheile des letzteren entstanden.

Erachtet man den geringen *As*-Gehalt als unwesentlich, so wird die Formel des Magnetostibian:

$$(MnO.FeO)_{50}Sb_2O_5 + (Fe_2O_3)_4Sb_2O_5 ;$$

da indessen anzunehmen ist, dass ein Theil des Eisenoxyduls durch Zersetzung des Minerals in die höhere Oxydationsstufe übergegangen ist, und daher wohl im ursprünglichen Minerale alles Eisen als Oxydul vorhanden gewesen sein mag, so kann die chemische Formel folgendermassen ausgedrückt werden:

$$(MnO.FeO)_{35}.Sb_2O_5 .$$

Das Sauerstoffverhältniss hierin ist entsprechend demjenigen des Basiliit, der $O$ der $Sb_2O_5$ beträgt nur $\frac{1}{7}$ von jenem der Basen. Dass so stark basische Stibiate im Mineralreiche wirklich vorkommen, beweist eben der Basiliit, welcher ein ziemlich gut krystallisirendes Mineral ist.

Höhere Oxydationsstufen des Mangans sind nicht vorhanden, da der Magnetostibian mit Salzsäure kein Chlor entwickelt; in welcher Form das Antimon vorhanden, ob als $Sb_2O_5$ oder $Sb_2O_3$, ist unentschieden. Die in der Analyse gefundenen 9 % $SiO_2$ habe ich zum Tephroit gezogen weil ich an

allen untersuchten Stufen denselben gefunden habe. Es ist natürlich damit nicht bewiesen, dass Kieselsäure dennoch nicht auch an der chemischen Zusammensetzung theilnimmt und dem Minerale etwa eine Långbanit-ähnliche Constitution zukommt. Doch spricht gegen die letztere Annahme der Umstand, dass der Långbanit nicht vom Magneten angezogen wird und höhere Oxydationsstufen des Mangans enthält, welche dem Magnetostibian fehlen.

Analysen mit Proben von verschiedenen Stufen gaben Resultate, welche wesentlich die obigen bestätigen.

Der Name wurde gewählt, um die magnetischen Eigenschaften, die Aehnlichkeit mit Magnetit und den Gehalt an Antimon des vorliegenden Minerales anzudeuten.

# XIV. Krystallographisch-chemische Untersuchungen.

## XV. Reihe.

Von

**A. Fock** in Berlin.

(Mit 13 Textfiguren.)

---

### 1. Amidochromsaures Kalium,

$K(NH_2)CrO_3$.

S. Löwenthal, Inaug.-Diss. Rostock 1898, S. 28.

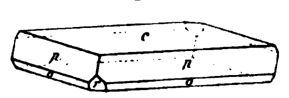
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,02832 : 1 : 1,7751;$$
$$\beta = 88^0 3'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $p = \{111\}-P$, $r = \{\bar{1}01\}+P\infty$, $o = \{\bar{1}11\}+P$.

Die Krystalle sind tafelförmig nach der Basis (s. Fig. 1). Von den Randflächen herrscht gewöhnlich die vordere Pyramide vor, und häufig ist dieselbe allein vorhanden. Die hintere Pyramide und das Hemidoma treten nur untergeordnet auf. Die Randflächen sind meistens gerundet, so dass die Messungsresultate um 1⁰—2⁰ schwanken.

Fig. 1.




| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $p : p$ | $= (111):(1\bar{1}1)$ | $= 82^0 28'$ | — |
| $p : c$ | $= (111):(001)$ | $= 66\ 50$ | — |
| $r : c$ | $= (\bar{1}01):(001)$ | $= 61\ 23$ | — |
| $o : c$ | $= (\bar{1}11):(001)$ | $= 69\ \ 8$ | $69^0 10'$ |
| $o : o$ | $= (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ | $=$ — | $84\ \ 9$ |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

## 2. Amidochromsaures Ammonium,

$(NH_4)(NH_2)CrO_3$.

S. Löwenthal, l. c. S. 29.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,0310 : 1 : 1,8243 ;$$
$$\beta = 85^0\,43'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $p = \{111\}-P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $s = \{101\}-P\infty$, $b = \{010\}\infty P\infty$.

Fig. 2.

Die Krystalle sind tafelförmig nach der Basis und bis $1\frac{1}{2}$ mm dick und $2\frac{1}{2}$ mm lang bezw. breit. Von den Randflächen herrscht in der Regel die vordere Hemipyramide vor, bisweilen erreicht aber die hintere Pyramide die gleiche Grösse. Das Hemidoma *s* und die Symmetrieebene *b* treten nur ganz untergeordnet auf (s. Fig. 2).

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $p : c = (111):(001)$ | $= 65^0 56'$ | — |
| $o : c = (\bar{1}11):(001)$ | $= 69\ 48$ | — |
| $p : p = (111):(1\bar{1}1)$ | $= 81\ 54$ | — |
| $s : c = (101):(001)$ | $= 57\ 21$ | $57^0 19'$ |
| $o : o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ | $= 84\ 34$ | $84\ 42$ |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Durch die Basis treten optische Axen nicht aus.

## 3. Amidochromsaures Lithium,

$Li(NH_2)CrO_3$.

S. Löwenthal, l. c. S. 31.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5578 : 1 : 0,5548;$$

| | |
|---|---|
| $A = 81^0 46'$ | $\alpha = 81^0 56'$ |
| $B = 91\ 57$ | $\beta = 91\ \ 0\frac{1}{2}$ |
| $C = 83\ 17$ | $\gamma = 83\ 29\frac{1}{2}$ |

Beobachtete Formen: $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P',$, $q = \{011\},\breve{P}'\infty$, $l = \{0\bar{2}1\}2'\breve{P},\infty$, $t = \{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$.

Die Krystalle sind prismatisch nach der Verticalaxe und bis 3 mm lang und 1 mm dick. Von den Flächen der Prismenzone herrscht regelmässig das Brachypinakoid *b* vor, während das Makropinakoid *a* häufig nur unter-

geordnet erscheint. Die Endflächen *c*, *q* und *l* zeigen meistens unter einander die gleiche Grösse und treten an allen Krystallen auf. Das linke Brachydoma *t* wurde dagegen nur an einem einzigen Individuum in minimaler Ausdehnung beobachtet (Fig. 3).

Fig. 9.

| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $a : b$ | $= (100):(0\bar{1}0)$ | $= 83^\circ 17'$ | — |
| $b : c$ | $= (0\bar{1}0):(001)$ | $= 81\ 46$ | — |
| $a : c$ | $= (100):(001)$ | $= 88\ \ 3$ | — |
| $b : m$ | $= (010):(110)$ | $= 65\ 48$ | — |
| $b : q$ | $= (010):(011)$ | $= 67\ 15$ | — |
| $c : m$ | $= (001):(110)$ | $= 87\ 45$ | $87^\circ 33'$ |
| $q : a$ | $= (011):(\bar{1}00)$ | $= 88\ 20$ | $88\ 20$ |
| $q : m$ | $= (011):(110)$ | $=$ — | $80\ \ 1$ |
| $l : b$ | $= (0\bar{2}1):(0\bar{1}0)$ | $= 38\ 16$ | $38\ \ 9$ |
| $l : a$ | $= (0\bar{2}1):(100)$ | $= 84\ 11$ | $84\ \ 6$ |
| $l : m$ | $= (0\bar{2}1):(\bar{1}\bar{1}0)$ | $= 72\ \ 0$ | $71\ 48$ |
| $t : b$ | $= (0\bar{1}1):(0\bar{1}0)$ | $= 54\frac{1}{2}$ ca. | $54\ 40\frac{1}{2}$ |
| $t : a$ | $= (0\bar{1}1):(100)$ | $=$ — | $85\ 18\frac{1}{2}$ |

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach dem Brachypinakoid *b*. Durch das Brachypinakoid *b* tritt eine optische Axe aus und zwar scheinbar um circa 18° geneigt gegen die zugehörige Normale.

## 4. Chlorchromsaures Lithium,

$LiClCrO_3$.

S. Löwenthal, l. c. S. 14.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}1589 : 1 : ?;$$
$$\beta = 64^\circ 50'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $c = \{001\}0P$.

Die Krystalle bilden dünne, nach der Verticalaxe verlängerte Tafeln. Als Randflächen wurden in der Regel nur diejenigen des Prismas beobachtet; an einzelnen Individuen fand sich aber auch die Basis.

| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $a : m$ | $= (100):(110)$ | $= 46^\circ 22'$ | — |
| $a : c$ | $= (100):(001)$ | $= 64\ 50$ | — |
| $m : c$ | $= (110):(001)$ | $= 72\ 40$ | $72^\circ 56'$ |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Symmetrieebene. Durch das Orthopinakoid *a* gesehen tritt eine Axe scheinbar circa 25° geneigt gegen die zugehörige Normale im stumpfen Winkel $\beta$ aus.

### 5. Salzsaures Luteokobalthydroxylamin,

$Co_2Cl_6, 12NH_3O$.

W. Feldt, Inaug.-Diss. Berlin, S. 33.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,9358 : 1 : ?;$
$\beta = 84^0 7'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$.

Die Krystalle sind prismatisch nach der Verticalaxe und bis 2 mm lang und ½ mm dick. Ausser der Basis konnten Endflächen nicht aufgefunden werden, so dass die Bestimmung der Constanten eine unvollständige bleibt.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0)$ | $= 85^0 54'$ | — |
| $m : c = (110):(001)$ | $= 85\ 42$ | — |
| $a : c = (100):(001)$ | $= 84\ 10$ | $84^0 7'$ |

Spaltbarkeit deutlich nach der Basis $c$.

### 6. Hydrazinsulfat,

$N_2H_4, SO_4H_2$.

Dargestellt von Herrn C. Liebermann.

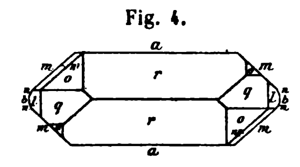
Krystallsystem: Rhombisch, sphenoidisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,90117 : 1 : 0,60404$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $n = \{120\}\infty\breve{P}2$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $l = \{021\}2\breve{P}\infty$, $o = \{111\}P$, $w = \{221\}2P$.

Die farblosen, glänzenden Krystalle sind tafelförmig nach dem Makropinakoid und bis zu 5 mm lang, 4 mm breit und 1½ mm dick. Von den Flächen der Prismenzone herrscht, abgesehen vom Makropinakoid, das primäre Prisma vor, während dasjenige mit doppelter Brachyaxe ebenso wie das Brachypinakoid nur ganz untergeordnet auftritt. Die übrigen Formen besitzen im Allgemeinen unter einander die gleiche Ausdehnung, wenn auch in manchen Fällen das primäre Brachydoma $q$ und die Pyramide mit doppelter Verticalaxe kleiner erscheinen. Das Auftreten der Pyramidenflächen deutet darauf hin, dass die Substanz der sphenoidischen Hemiëdrie angehört (s. Fig. 4). Die Flächen geben ohne Ausnahme vorzügliche Bilder.

Fig. 4.



| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $r:r = (101):(\bar{1}01)$ = | 67° 40′ | — |
| $l:l = (021):(02\bar{1})$ = | 79 11 | — |
| $b:q = (010):(011)$ = | 58 53 | 58° 52′ |
| $a:m = (100):(110)$ = | 42 0 | 42 1½ |
| $a:u = (100):(120)$ = | 60 59 | 60 58½ |
| $o:b = (111):(010)$ = | 63 26 | 63 21 |
| $o:a = (111):(100)$ = | 60 9 | 60 9½ |
| $o:m = (111):(110)$ = | 47 55 | 47 56 |
| $w:a = (221):(100)$ = | 49 21 | 49 28½ |
| $w:b = (221):(010)$ = | 54 6 | 54 13 |
| $w:m = (221):(110)$ = | 28 53 | 28 59 |
| $l:m = (021):(110)$ = | 59 4 | 58 57 |
| $l:n = (021):(120)$ = | 47 31 | 47 39 |
| $q:m = (011):(110)$ = | 69 38 | 69 45 |
| $q:n = (011):(120)$ = | — | 63 7 |
| $r:m = (101):(110)$ = | 65 40 | 65 34 |
| $r:n = (101):(120)$ = | 74 20 | 74 20 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Brachypinakoid. Erste Mittellinie Axe $a$. Winkel der optischen Axen sehr gross, die Axen erscheinen im Polarisationsinstrumente hart am Rande des Gesichtsfeldes.

## 7. β-Methylnaphtalin,

$C_{10}H_7.CH_3$.

Dargestellt von Herrn Wichelhaus. Schmelzpunkt 41°—42°, sublimirt.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,3040 : 1 : ?;$$
$$\beta = 76° 44'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\} 0P$, $m = \{110\} \infty P$.

Die Krystalle bilden grosse, glänzende Tafeln von einer Länge bezw. Breite bis zu 15 mm und einer Dicke bis zu 1 mm. Als Randflächen wurden nur diejenigen des Prismas beobachtet, so dass die Bestimmung der Constanten eine unvollständige bleibt.

| | Beobachtet: |
|---|---|
| $m:m = (110):(1\bar{1}0)$ = | 103° 32′ |
| $m:c = (110):(001)$ = | 81 50 |

Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis.

Durch die Basis treten keine optischen Axen aus.

## 8. Diäthyl-*m*-amidophenol,

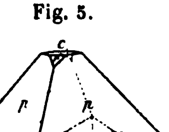
$$C_6H_4 < \begin{matrix} OH \\ N(C_2H_5)_2 \end{matrix} .$$

Dargestellt von Herrn A. Strehle. Schmelzpunkt 72°. Krystallisirt aus Benzol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}9174 : 1 : 1{,}0175$.

Fig. 5.



Beobachtete Formen: $p = \{111\} P$, $c = \{001\} 0P$, $m = \{210\} \infty \bar{P}2$, $r = \{102\} \frac{1}{2}\bar{P}\infty$.

Die glänzenden Krystalle zeigen Dimensionen bis zu 15 mm, und werden dem äusseren Ansehen nach leicht für Oktaëder gehalten. Die Basis $c$, sowie das Prisma $m$ und das Doma $r$ treten nur untergeordnet auf (s. Fig. 5).

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $p : p = (111):(11\bar{1})$ | $= 67^\circ 12'$ | — |
| $p : p = (111):(1\bar{1}1)$ | $= 68\ 32$ | — |
| $p : p = (111):(\bar{1}11)$ | $= 75\ 45$ | $75^\circ 44'$ |
| $m : m = (210):(2\bar{1}0)$ | $= 49\ 8$ | $49\ 17$ |
| $m : p = (210):(111)$ | $= 37\ 40$ | $37\ 34$ |
| $r : r = (102):(\bar{1}02)$ | $= 58\ 10$ | $58\ 1$ |
| $r : p = (102):(111)$ | $= 38\ 24$ | $38\ 35$ |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen geht parallel dem Brachypinakoid. Erste Mittellinie = Axe $b$. $2E$ = circa 80° (nach Schätzung für *Na*-Licht).

Dispersion $\varrho > v$.

## 9. Trimethylbernsteinsäure,

$$C_7H_{12}O_4.$$

Schmelzpunkt 131°. Krystallisirt aus Wasser.
A. Helle, Inaug.-Diss. Bonn 1893, S. 39.

Fig. 6.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0{,}8297 : 1 : 0{,}6585$.

Beobachtete Formen: $b = \{010\} \infty \breve{P}\infty$, $m = \{110\} \infty P$, $q = \{011\} \breve{P}\infty$.

Die farblosen Krystalle sind prismatisch nach der Verticalaxe und bis zu 6 mm lang und 2 mm dick. Das Brachypinakoid $b$ tritt meistens nur untergeordnet auf, zeigt aber ebenso wie das Brachydoma gut spiegelnde Flächen, während das Prisma regelmässig matt erscheint (s. Fig. 6).

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0)$ = | 79° 22′ | — |
| $q : q = (011):(0\bar{1}1)$ = | 66 44 | — |
| $m : q = (110):(011)$ = | 69 31 | 69° 29′ |

Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach dem Brachypinakoid *b* und nach dem Brachydoma *q*.

Ebene der optischen Axen = Basis. Erste Mittellinie Axe *a*.

Durch jede Prismenfläche tritt eine optische Axe angenähert normal aus.

## 10. Monoäthylcamphoronsäureester,

$$C_6H_{11} \begin{cases} COOC_2H_5 \\ COOH \\ COOH. \end{cases}$$

Schmelzpunkt 128°—129°. Krystallisirt aus Alkohol.
A. Helle, Inaug.-Diss. Bonn 1898, S. 17.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,7838 : 1 : 1,0180;$$
$$\beta = 78° 24'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $c = \{001\}0P$, $s = \{101\}-P\infty$.

Fig. 7.

Die glänzenden Krystalle sind tafelförmig nach dem Orthopinakoid *a* und 3 bis 4 mm lang bezw. breit und bis 1 mm dick. Von den Querflächen herrscht, abgesehen von dem Orthopinakoid, regelmässig das Hemidoma *s* vor, während die Basis *c* zurücktritt oder gänzlich fehlt (s. Fig. 7). Die Krystalle sind meist Zwillinge nach dem Orthopinakoid *a* und zeigen demgemäss die Symmetrie eines rhombischen Krystalles.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(\bar{1}10)$ = | 59° 34′ | — |
| $a : c = (100):(001)$ = | 78 24 | — |
| $a : s = (100):(101)$ = | 51 46 | — |
| $m : c = (110):(001)$ = | — | 84° 16′ |
| $s : m = (101):(110)$ = | 72 14 | 72 6 |

Spaltbarkeit vollkommen nach dem Orthopinakoid *a* und dem Hemidoma *s*, minder vollkommen nach der Basis *c*.

Ebene der optischen Axen senkrecht zur Symmetrieebene. Erste Mittellinie angenähert normal zum Hemidoma *s*.

$$2E = \text{circa } 56°.$$

Dispersion der Axen $\varrho < v$.

Horizontale Dispersion nicht merklich.

## 11. Dimethylpyrazinchlormethyl-Platinchlorid,

$(C_6H_8N_2-CH_3Cl)_2PtCl_4$.

Krystallisirt aus Wasser. C. Stoehr, Journ. f. prakt. Chem. N. F. 47, 471.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}8909 : 1 : 1{,}4801;$$
$$\beta = 84^0\ 2'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\!\!\!\!-\infty$, $c = \{001\}0P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $p = \{111\}-P$.

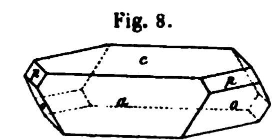


Fig. 8.

Die Krystalle sind prismatisch nach der Symmetrieaxe und bis zu 2 mm dick und 4 mm lang. Von den Endflächen sind in der Regel nur diejenigen der hinteren Hemipyramide $o$ vorhanden, während diejenigen der vorderen Pyramide nur selten und untergeordnet erscheinen (Fig. 8). Die beiden vorherrschenden Querflächen ($a$) und ($c$) sind untereinander meist von gleicher Grösse, geben aber nicht so gute Spiegelbilder wie die Endflächen. Die Krystalle sind regelmässig nur an einem Ende ausgebildet.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $a : c = (100):(001)$ | $= 84^0\ 2'$ | — |
| $o : c = (\bar{1}11):(001)$ | $= 61\ \ 7$ | — |
| $o : o = (\bar{1}11):(11\bar{1})$ | $= 78\ \ 34$ | — |
| $o : a = (\bar{1}11):(\bar{1}00)$ | $= 69\ \ 2$ | $69^0\ 5'$ |
| $p : c = (111):(001)$ | $= 56\ \ 54$ | $57\ \ 0$ |
| $p : a = (111):(100)$ | $= 63\ \ 19$ | $63\ \ 29$ |
| $p : p = (111):(\bar{1}1\bar{1})$ | $= 84\ \ 28$ | $84\ \ 18$ |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Ebene der optischen Axen = Symmetrieebene. Durch die Basis $c$ und das Orthopinakoid $a$ tritt je eine optische Axe aus und zwar scheinbar ca. $6^0$ bezw. ca. $30^0$ geneigt gegen die zugehörigen Normalen.

## 12. Diäthylpiperazin-Platinchlorid,

$C_8H_{18}N_2$, $2HCl$, $PtCl_4$.

Krystallisirt aus Wasser. C. Stoehr, Journ. f. prakt. Chem. N. F. 47, 521.

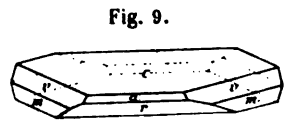
Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1{,}2059 : 1 : 0{,}6311;$$
$$\beta = 82^0\ 40'.$$

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $c = \{001\}0P$, $r = \{\bar{1}01\}+P\!\!\!\!-\infty$, $v = \{331\}-3P$, $a = \{100\}\infty P\!\!\!\!-\infty$.

Die Krystalle sind meist tafelförmig nach der Basis $c$ oder dem Hemidoma $r$ und bis zu 2 mm dick und 5 mm lang bezw. breit. Von den Randflächen herrschen das Prisma $m$ und die Pyramide $v$ gleichmässig vor, während das Orthopinakoid nur selten und dann ganz untergeordnet auftritt (s. Fig. 9). Die Basis $c$ und ebenso das Hemidoma $r$ ist regelmässig nach einer vicinalen Querfläche gestreift und zwar derart, dass stets nur eine Fläche die Streifung zeigt, während die parallele Gegenfläche gleichmässig spiegelt. Vielleicht liegt hier Hemiëdrie vor.

Fig. 9.



| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0) =$ | 100° 12′ | — |
| $a : c = (100):(001) =$ | 82 40 | — |
| $a : r = (\bar{1}00):(\bar{1}01) =$ | 68 15 | — |
| $c : m = (001):(110) =$ | 85 10 | 85° 18′ |
| $r : m = (\bar{1}01):(\bar{1}10) =$ | 76 9 | 76 15 |
| $c : v = (001):(331) =$ | 63 38 | 63 48 |
| $v : v = (331):(3\bar{3}1) =$ | 87 7 | 87 22 |
| $v : a = (331):(100) =$ | — | 51 22 |
| $v : m = (331):(110) =$ | 21 28 | 21 30 |
| $v : m = (331):(\bar{1}10) =$ | — | 97 26 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Durch die Querflächen $c$ und $r$ treten keine optischen Axen aus.

## 13. β-Dimethylpiperazingoldchlorid,

$C_6H_{14}N_2, 2HCl + 2AuCl_3 + 3H_2O$.

Krystallisirt aus Wasser. C. Stoehr, Journ. f. prakt. Chem. N. F. 47, 512.

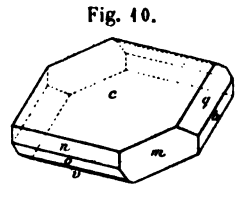
Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,76127 : 1 : 1,0523;$$

| | |
|---|---|
| $A = 88° 42'$ | $\alpha = 78° 45'$ |
| $B = 121\ 43$ | $\beta = 123\ 26$ |
| $C = 105\ 9$ | $\gamma = 108\ 44\frac{1}{2}$ |

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty,P'$, $n = \{1\bar{1}0\}\infty'P,$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $q = \{0\bar{1}1\}'\breve{P},\infty$, $o = \{\bar{1}11\},P$, $v = \{\bar{1}12\}\frac{1}{2},P$.

Fig. 10.



Die leicht verwitternden Krystalle sind tafelförmig nach der Basis und bis zu 2 mm lang bezw. breit und $\frac{1}{2}$ mm dick. Von den Randflächen herrschen gewöhnlich vor die Prismenflächen $m$ und $n$, sowie das Brachypinakoid $b$ oder das Brachydoma $q$; indessen giebt es in dieser Hinsicht auch

viele Ausnahmen, so dass es schwer fällt sich an den Krystallen ohne Messung zu orientiren. Manche Individuen zeigen auch eine hemiëdrische Ausbildung, so fehlen häufig die parallelen Gegenflächen zu dem Brachypinakoid *b* und dem Hemiprisma *n* (s. Fig. 10 auf vor. S.).

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : n = (110):(1\bar{1}0)$ | = 65° 6′ | — |
| $m : c = (110):(001)$ | = 67 20 | — |
| $n : c = (1\bar{1}0):(001)$ | = 58 41 | — |
| $q : c = (0\bar{1}1):(001)$ | = 42 16 | — |
| $q : m = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0)$ | = 79 31 | — |
| $q : n = (0\bar{1}1):(1\bar{1}0)$ | = — | 51° 11½′ |
| $b : c = (0\bar{1}0):(001)$ | = 88 35 | 88 42 |
| $b : n = (0\bar{1}0):(1\bar{1}0)$ | = 68 3 | 68 11 |
| $c : o = (001):(\bar{1}11)$ | = 79½ ca. | 79 55 |
| $b : o = (010):(\bar{1}11)$ | = — | 65 45 |
| $c : v = (001):(\bar{1}12)$ | = 46½ ca. | 46 2 |
| $b : v = (010):(\bar{1}12)$ | = — | 73 17½ |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

## 14. Dimethylpiperazin-Quecksilberchlorid,

$C_6H_{14}N_2, 2HCl + 4HgCl_2$.

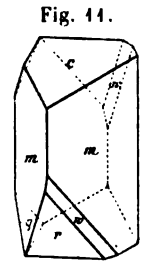
Schmelzpunkt 235°—236°. Krystallisirt aus Wasser.

C. Stoehr, Journ. f. prakt. Chem. N. F. **47**, 503.

Krystallsystem: Monosymmetrisch-hemimorph.

$$a : b : c = 1,6714 : 1 : 2,4200.$$
$$\beta = 64^\circ 9'.$$

Fig. 11.




Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $c = \{001\}0P$. $r = \{\bar{1}01\} + P\infty$, $q = \{0\bar{1}1\}P\infty$, $w = \{\bar{2}11\} + 2P2$.

Die farblosen Krystalle sind kurzprismatisch nach der Verticalaxe und bis 4 mm lang und 2 mm dick. Von den Endflächen herrscht die Basis in der Regel vor, nicht selten ist aber auch das Hemidoma von gleicher Grösse; das Klinodoma *q* und die Hemipyramide sind meist von geringer Grösse und dadurch ausgezeichnet, dass das erstere nur links, das letztere dagegen nur rechts auftritt (s. Fig. 11). Sämmtliche Flächen geben vorzügliche Bilder.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(\bar{1}10)$ | = 67° 14′ | — |
| $m : c = (110):(001)$ | = 76 2 | — |

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $r : c = (\bar{1}01):(001) =$ | 74° 12′ | — |
| $r : m = (\bar{1}01):(\bar{1}10) =$ | 65 35 | 65° 34′ |
| $q : c = (0\bar{1}1):(001) =$ | 65 21 | 65 20 |
| $q : m = (0\bar{1}1):(1\bar{1}0) =$ | 30 54 | 30 58 |
| $q : m = (0\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0) =$ | 49 0 | 49 0 |
| $w : m = (\bar{2}11):(\bar{1}10) =$ | 21 6 | 21 13 |
| $w : m = (\bar{2}11).(110) =$ | 82 15 | 82 23 |
| $w : c = (\bar{2}11):(001) =$ | 94 33 | 94 25 |
| $w : w = (\bar{2}11):(21\bar{1}) =$ | — | 100 31 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

Auslöschungsrichtung des Lichtes auf den Prismenflächen fast parallel den Kanten.

## 15. Homoconiinjodkadmium,

$C_9H_{19}N, HJ.CdJ_2$.

Schmelzpunkt 131°—132°. Krystallisirt aus Wasser.
F. Jacobi, Inaug.-Diss. Kiel 1893, S. 27.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,5368 : 1 : 1,7553;$$
$$\beta = 77^\circ 50'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty P\infty$, $c = \{001\}0P$, $o = \{\bar{1}11\}+P$, $p = \{111\}-P$.

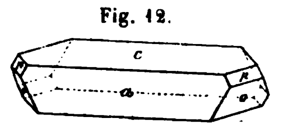


Fig. 12.

Die schwach gelblich gefärbten Krystalle sind prismatisch nach der Symmetrieaxe und bis 5 mm lang und $1\frac{1}{2}$ mm dick. Von den Endflächen ist in der Regel nur die hintere Hemipyramide vorhanden; die vordere Hemipyramide wurde nur an wenigen Krystallen in untergeordneter Ausdehnung beobachtet (s. Fig. 12).

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $a : c = (100):(001) =$ | 77° 50′ | — |
| $c : o = (001):(\bar{1}11) =$ | 69 39 | — |
| $o : o = (\bar{1}11):(11\bar{1}) =$ | 76 24 | — |
| $o : a = (\bar{1}11):(\bar{1}00) =$ | 64 38 | 64° 45′ |
| $p : c = (111):(001) =$ | 59 0 | 58 47 |
| $p : a = (111):(100) =$ | 55 28 | 55 35 |
| $p : p = (111):(\bar{1}1\bar{1}) =$ | — | 88 25 |

Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis $c$.

## 16. 2-Methylpyrazin-5-carbonsäure,

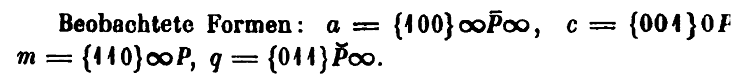
$$CH_3 \; C_4H_2N_2 \; COOH \qquad C_4H_2N_2 < \begin{matrix} CH_3 \\ COOH. \end{matrix}$$

Schmelzpunkt 201⁰—202⁰. Krystallisirt aus Wasser.
C. Stoehr, Journ. f. prakt. Chem. N. F. **47**, 481.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}75127 : 1 : 1{,}1490.$$

Fig. 13.



Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c = \{001\}0P$
$m = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$.

Die farblosen Krystalle sind prismatisch nach der Vertical-axe und bis $2\frac{1}{2}$ mm lang und 1 mm dick. Von den Flächen de Prismenzone herrscht das Prisma vor, während das Makropina-koid mehr zurücktritt, oder auch wohl gänzlich fehlt. Die End-flächen zeigen dagegen unter einander gleiche Ausdehnung (s. Fig. 13). Die Krystalle waren ferner regelmässig nur an einem Ende ausgebildet, so dass die Substanz möglicher Weise hemimorph sein kann.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0)$ | $= 73°50'$ | — |
| $c : q = (001):(011)$ | $= 48\ 58$ | — |
| $m : q = (110):(011)$ | $= 63\ 14$ | $63°\ 3\frac{1}{2}'$ |

Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis $c$.
Ebene der optischen Axen = Makropinakoid. Erste Mittellinie Axe = $c$.

$$2E = \text{circa } 35°.$$

Dispersion $v > \varrho$.

# XV. Ueber das parallel polarisirte Licht bei der Untersuchung der Einschlussmineralien.

Von

**Carl Viola in Rom.**

Es fehlt in der Literatur über das Studium der Gesteine und Mineralien nicht an Untersuchungen zweier oder mehrerer paralleler anisotroper Schliffe; aber diese Untersuchungen werden fast immer nur benutzt, um den optischen Charakter eines gegebenen Krystallschliffes zu bestimmen.

Für den Fall indessen, dass zwei oder mehrere über einander gelegte Schliffe gegeben sind, und sowohl der optische Charakter als auch die optischen Hauptrichtungen derselben oder eines Theiles derselben unbekannt sind, ist die Specialliteratur*) ziemlich arm, und die Handbücher**) beschäftigen sich gar nicht damit. Um diese Lücke theilweise auszufüllen, erlaube ich mir Folgendes mitzutheilen.

---

*) F. Billet, Traité d'optique physique 1859, **2**, 12.
A. Brezina, Herrengrundit, ein neues basisches Kupfersulfat. Diese Zeitschr 1879, **3**, 359.
A. Bertin, Ueber die Farben von Krystallplatten im elliptisch polarisirten Lichte. Diese Zeitschr. 1881, **5**, 86 u. f., 76—80.
M. Jamin, Cours de Physique 1887, **3**.
F. Rinne, Ueber eine einfache Methode, den Charakter der Doppelbrechung in convergentem polarisirtem Lichte zu bestimmen. N. Jahrb. f. Mineral. 1891, II.
C. Klein, Ueber das Krystallsystem des Apophyllites u. s. w. Sitz.-Ber. d. königl. preuss. Akademie der Wissensch. 1892, S. 92 u. f.
C. Klein, Krystallographisch-optische Untersuchungsmethoden. Sitzungsber. d. königl. preuss. Akad. d. Wiss. 1893.

**) A. Michel-Lévy et Alf. Lacroix, Les Minéraux des Roches 1888.
H. Rosenbusch, Physiographie der Mineralien 1885, 1892.
F. Zirkel, Lehrbuch der Petrographie 1893, (2. Aufl.) **1**.
E. Hussak, Anleitung zum Bestimmen der gesteinsbildenden Mineralien 1885.

Ich untersuche den concreten Fall zweier über einander gelegter anisotroper Dünnschliffe, die zwischen zwei Nicol'schen Prismen eingeschoben sind. Ich betrachte polarisirtes paralleles Licht und bestimme die Intensität desselben in dem Analysator.

Vor Allem sei monochromatisches Licht von der Wellenlänge $\lambda$ gegeben. Ich werde die zwei zu einander senkrechten optischen Hauptrichtungen, nach welchen das Licht sich polarisirt, conventionell mit I und II bezeichnen. Die I-Richtung des ersten Schliffes schliesse mit der Polarisationsebene des unteren Nicols den Winkel $\alpha$ ein; der Winkel zwischen der I-Richtung des ersten Schliffes und der I-Richtung des zweiten Schliffes sei $\beta$, und es sei $\gamma$ der Winkel, den die I-Richtung des zweiten Schliffes mit der Polarisationsebene des oberen Nicols bildet. Es wird mit

$$\varphi = \alpha + \beta + \gamma$$

der Winkel zwischen den Polarisationsebenen der zwei Nicols bezeichnet.

Indem man die Doppelbrechung mit $n_I' - n_{II}'$ und $n_I'' - n_{II}''$ und mit $d_1$ und $d_2$ die absolute Dicke der Schliffe bezeichnet, erhalten wir die betreffenden zu Stande kommenden optischen Verzögerungen:

$$\varrho_1 = d_1(n_I' - n_{II}') \,, \quad \varrho_2 = d_2(n_I'' - n_{II}'') \,.$$

Um den allgemeinen Ausdruck der Lichtintensität niederzuschreiben, nehme ich vor der Hand an, die zwei Schliffe seien absorbirend.

Die Menge des Lichtes, dessen Wellenlänge $\lambda$ ist, wird um die Quantität proportional zu $1 - m_1^2$ und $1 - n_1^2$ für die I- und II-Richtung des ersten Schliffes absorbirt, und es seien gleicherweise $1 - m_2^2$ und $1 - n_2^2$ die zum zweiten Schliffe gehörigen Absorptionsfactoren. Dies angenommen und als Einheit die Intensität des angewandten monochromatischen Lichtes im unteren Nicol bezeichnet, wird die Lichtintensität im oberen Nicol folgendermassen ausgedrückt:

$$i = \begin{cases} \begin{bmatrix} \cos\varphi - \cos\alpha\cos\beta\cos\gamma\,(1 - m_1 m_2) \\ \quad + \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma\,(1 - m_2 n_1) \\ \quad + \cos\alpha\sin\beta\sin\gamma\,(1 - m_1 n_2) \\ \quad + \sin\alpha\cos\beta\sin\gamma\,(1 - n_1 n_2) \end{bmatrix}^2 \\ + m_1 n_1 \sin 2\alpha \sin 2\beta\,(m_2^2\cos^2\gamma - n_2^2\sin^2\gamma)\sin^2\pi\dfrac{\varrho_1}{\lambda} \\ + m_2 n_2 \sin 2\gamma \sin 2\beta\,(m_1^2\cos^2\alpha - n_1^2\sin^2\alpha)\sin^2\pi\dfrac{\varrho_2}{\lambda} \\ - m_1 m_2 n_1 n_2 \sin 2\alpha \sin 2\gamma \sin^2\beta \,.\, \sin^2\pi\dfrac{\varrho_1 - \varrho_2}{\lambda} \\ + m_1 m_2 n_1 n_2 \sin 2\alpha \sin 2\gamma \cos^2\beta \,.\, \sin^2\pi\dfrac{\varrho_1 - \varrho_2}{\lambda} \,. \end{cases}$$

Wendet man aber statt monochromatischen Lichtes weisses an, so wird

es, um die Lichtintensität im Analysator zu erhalten, nöthig sein, alle Werthe von $i$ zu berechnen für alle möglichen Werthe von $\lambda$, welche aus dem Spectrum hergeleitet werden, und daraus die Summe zu bilden.

Um aber den Ausdruck auf die Einheit des weissen Lichtes zu beziehen, welches aus dem unteren Nicol heraustritt, werde ich mit $di$ die Intensität des Strahles bezeichnen, dessen Wellenlänge $\lambda$ ist; zu diesem Behufe müssen die Glieder, welche den Werth von $i$ zusammensetzen, mit dem Differential $di$ multiplicirt werden, und um die totale Intensität im oberen Nicol zu erhalten, werden wir die Integration auszuführen haben.

Man bemerke vorerst, dass

$$\int di = 1\,,$$

worin die Integration sich über das ganze Spectrum des verwendeten Lichtes ausdehnt.

Bezeichnen wir mit $I$ die Intensität im Analysator, so erhalten wir einfach:

$$(1)\quad I = \begin{cases} \displaystyle\int\left[\begin{array}{l}\cos\varphi - \cos\alpha\cos\beta\cos\gamma\,(1-m_1 m_2)\\ \qquad + \sin\alpha\sin\beta\cos\gamma\,(1-m_2 n_1)\\ \qquad + \cos\alpha\sin\beta\sin\gamma\,(1-m_1 n_2)\\ \qquad + \sin\alpha\cos\beta\sin\gamma\,(1-n_1 n_2)\end{array}\right]^2 di \\ \displaystyle + \sin 2\alpha\sin 2\beta\int m_1 n_1 (m_2^2\cos^2\gamma - n_2^2\sin^2\gamma)\sin^2\pi\frac{\varrho_1}{\lambda}\,di \\ \displaystyle + \sin 2\gamma\sin 2\beta\int m_2 n_2 (m_1^2\cos^2\alpha - n_1^2\sin^2\alpha)\sin^2\frac{\varrho_2}{\lambda}\,di \\ \displaystyle - \sin 2\alpha\sin 2\gamma\sin^2\beta\int m_1 m_2 n_1 n_2\sin^2\pi\frac{\varrho_1-\varrho_2}{\lambda}\,di \\ \displaystyle + \sin 2\alpha\sin 2\gamma\cos^2\beta\int m_1 m_2 n_1 n_2\sin^2\pi\frac{\varrho_1+\varrho_2}{\lambda}\,di. \end{cases}$$

Wenn man auf diese Weise die Integration bildet, so setzt man voraus, dass die kleinen Aenderungen, welche thatsächlich die Winkel $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ bei den verschiedenen Werthen von $\lambda$ erfahren, nicht berücksichtigt werden im Hinblick auf die Genauigkeit, die man bei der Berechnung der Lichtintensität erlangen will.

Diese allgemeine Formel wenden wir auf specielle Fälle an.

I. Wenn man an Stelle von zwei anisotropen Dünnschliffen nur einen hätte, z. B. den ersten, so wäre die Lichtintensität im Analysator folgende:

$$(2)\quad I_1' = \int[\cos\varphi - \cos\alpha\cos\gamma(1-m_1) + \sin\alpha\sin\gamma(1-n_1)]^2\,di$$
$$+ \sin 2\alpha\sin 2\gamma\int m_1 n_1\sin^2\pi\frac{\varrho_1}{\lambda}\,di\,,$$

und wenn man den oberen Nicol um 90° dreht:

$$3) \qquad I_1'' = \int [\sin \varphi - \cos \alpha \sin \gamma \, (1 - m_1) - \sin \alpha \cos \gamma \, (1 - n_1)]^2 - \sin 2\alpha \sin 2\gamma \int m_1 n_1 \sin^2 \pi \frac{\varrho_1}{\lambda} \, di \, .$$

Nun ist:

$$I_1 = I_1' + I_1'' = \cos^2 \alpha \int m_1{}^2 \, d_i + \sin^2 \alpha \int n_1{}^2 \, di \, ,$$

das heisst gleich der Intensität und der Farbe des durchfallenden Lichte wenn man den Schliff ohne oberen Nicol betrachtet.

Wenn man in den Gleichungen 2) und 3) $\gamma = 0$ macht, bekommt ma respective:

$$I_1' = \cos^2 \alpha \int m_1{}^2 di \quad \text{und} \quad I_1'' = \sin^2 \alpha \int n_1{}^2 di \, ,$$

d. h.:

Der Dichroismus eines planparallel geschliffenen Kry stalles ist sichtbar und bestimmbar, indem man zwei Nicol anstatt nur eines anwendet. Zu diesem Behufe bringt man de Schliff und den oberen Nicol in 45°-Stellung mit dem untere Nicol, und dreht sodann den oberen Nicol um 90°. Der Unter schied, der auf diese Weise erhaltenen beiden Farben ent spricht dem Grade des Dichroismus.

Dieses Mittel ist vor Allem dann anzuwenden, wenn der Schliff kein Dispersion der Axen zeigt. Hat man sich aber auf andere Weise überzeugt dass der Schliff nicht dichroitisch ist, so kann man durch vorstehendes Verfahren die Dispersion der Axen prüfen.

**II.** Nach dieser Digression kehren wir zu unserem Falle von zwei über einander gelegten Schliffen zurück. Derselbe kommt ziemlich oft vor in der optischen Analyse der Gesteine und Mineralien; wenn z. B. ein Einschlussmineral kleinere Dimensionen besitzt als die Dicke eines Dünnschliffes, welche gewöhnlich 0,03 mm ist, dann ist der Einschluss bedeckt von dem einschliessenden Dünnschliffe, und zwar kann er sowohl oberhalb als unterhalb bedeckt sein.

Ich will nur den Fall in Betracht ziehen, in welchem der eingeschlossene Krystall bloss von einer Seite von dem einschliessenden bedeckt erscheint; d. h. dass man es in der That mit zwei über einander gelegten Krystallschliffen zu thun hat. Dabei sollen die beiden Hauptrichtungen des einschliessenden Schliffes bekannt sein. Wenn man den Ausdruck von $I$ in der Gleichung 1) betrachtet, sieht man, dass die Lichtintensität bei keiner Stellung sowohl des Dünnschliffes als auch der beiden Nicols verschwindet. Nehmen wir vorerst an, dass sowohl der einschliessende Dünnschliff als auch der Einschlusskrystall das Licht nicht absorbiren, d. h. dass für jeden Werth von $\lambda$

$$m_1 = n_1 = m_2 = n_2 = 1 \qquad \text{sei.}$$

Unter dieser Annahme setzen wir in 1)

$$\alpha = 0 \quad \text{und} \quad \gamma = 0 \,,$$

so wird

$$I_2 = \cos^2\beta \int di = \cos^2\beta \,.$$

Dieselbe Intensität erhält man, sei es, dass man

$$\alpha = 90^0 \quad \text{oder} \quad \gamma = 90^0$$

setzt, und ebenfalls geht sie aus dem Ausdrucke 2) für $\gamma = 0$ hervor.

Bevor wir eine Regel aus diesem Resultate herleiten, müssen wir sehen, mit welcher Genauigkeit diese Stellung der Nicols und des Präparates erkennbar ist. Was die Stellung von $\alpha = 0$ betrifft, so ist diese festgestellt, sobald die Hauptrichtungen des einschliessenden Schliffes, wie angenommen, bekannt sind. Was dagegen die Stellung von $\gamma = 0$ anbelangt, müssen wir untersuchen, welche Veränderung die Lichtintensität erfährt, wenn der obere Nicol um einen sehr kleinen Winkel, der $d\gamma$ heissen soll, aus seiner Lage gedreht wird.

Fügen wir zu diesem Zwecke zu $I$ sein Differential in Bezug auf $\gamma$ hinzu, so erhalten wir:

$$4) \quad I + dI = \cos\varphi\,(\cos\varphi - 2\sin\varphi\, d\gamma) + \sin 2\beta\,(\sin 2\gamma + 2\cos 2\gamma\, d\gamma) \int \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda}\, di \,.$$

Und für $\gamma = 0$:

$$5) \quad I' + dI' = \cos\beta\,(\cos\beta - 2\sin\beta\, d\gamma) + 2\sin 2\beta \,.\, d\gamma \,. \int \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda}\, di \,.$$

Das erste Glied dieser beiden Ausdrücke stellt die Quantität des durch den oberen Nicol hindurchgehenden, nicht interferirten weissen Lichtes dar; das zweite bestimmt die von der Summe $\int \sin {}^2\pi \frac{\varrho_2}{\lambda}\, di$ abhängige Polarisationsfarbe. Nun hängt in der Gleichung 4) das Zeichen dieses zweiten Gliedes nicht von demjenigen von $d\gamma$ ab; dagegen ist in Gleichung 5), d. h. wenn $\gamma = 0$ ist, diese Abhängigkeit vorhanden. Wenn daher die Stellung des oberen Nicols eine beliebige ist, so verändert sich bei einer kleinen Drehung desselben das aus dem Einschlusskrystalle austretende polarisirte Licht wohl der Intensität, nicht aber der Farbe nach. Ist dagegen die Stellung des oberen Nicols $\gamma = 0$, so verändert sich die Polarisationsfarbe, und zwar von einer Farbe zur Complementärfarbe, wenn der obere Nicol ein wenig nach rechts oder nach links gedreht wird.

Daraus können wir die Regel ziehen: W e n n e i n e d e r z w e i H a u p t r i c h t u n g e n d e s e i n s c h l i e s s e n d e n K r y s t a l l e s p a r a l l e l z u e i n e m d e r N i c o l s g e s t e l l t u n d d e r a n d e r e N i c o l s o w e i t g e d r e h t w i r d,

dass in dem Einschlusskrystalle die Polarisationsfarben verschwinden, und an deren Stelle weisses Licht eintritt, wie in dem einschliessenden Krystalle, so geht die Polarisationsebene des zweiten Nicols durch eine der beiden Hauptrichtungen des Einschlusskrystalles.

Setzen wir in Gleichung 1) $\gamma = 0$ und $\varphi = 90^{\circ}$, so erhalten wir:

$$I_2 = \sin 2\alpha . \sin 2\beta \int \sin^2 \pi \frac{\varrho_1}{\lambda} di , \tag{6}$$

was sich ebenfalls aus 2) ergiebt, wenn man darin $\gamma = \beta$ und $\varphi = 90^{0}$ setzt. Man kann somit folgern: Wenn wir die Nicols kreuzen und das Präparat so lange drehen, bis die Polarisationsfarbe dieselbe wird im eingeschlossenen und im Einschlusskrystalle, so ist alsdann eine der Hauptrichtungen des Einschlusskrystalles parallel zu einem der Nicols.

Dieses Verfahren ist hinreichend praktisch, um die Auslöschungsrichtungen des Einschlusskrystalles zu bestimmen, denn, während bei einer beliebigen Stellung des Präparates die Polarisationsfarben des Einschlusses sehr verschieden sind von denjenigen des Einschliessenden, verschwindet dagegen die Differenz der Polarisationsfarben in jener Stellung gänzlich, in welcher die Richtung des Einschlusses mit derjenigen eines der Nicols zusammenfällt.

III. Setzen wir voraus, dass nicht der einschliessende Dünnschliff das Licht absorbire, sondern nur der Einschlusskrystall, der jedoch nicht dichroitisch sein soll.

Unter dieser Voraussetzung haben wir $m_1 = n_1 = 1$ für alle Werthe von $\lambda$ und $m_2 = n_2 = m$ zu setzen.

Nun sei ferner:

$$\alpha = 0 ;$$

die Gleichung 1) giebt uns:

$$I = \cos^2 \varphi \int m^2 di + \sin 2\beta \sin 2\gamma \int m^2 \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda} di \tag{7}$$

und für $\gamma = 0$ oder $= 90^{0}$

$$I_2' \cos^2 \beta \int m^2 di \quad \text{oder respect.} \quad I_2'' = \sin^2 \beta \int m^2 di .$$

Die Summe von $I_2'$ und $I_2''$ ist

$$I_2 = \int m^2 di ,$$

d. h. gleich der Farbe und der Intensität des durch den Schliff hindurchgehenden Lichtes.

Wir müssen wie vorher die Veränderung, die $I$ erleidet, wenn der

obere Nicol ein wenig gedreht wird, bestimmen. Zu diesem Behufe fügen wir zu $I$ sein Differential in Bezug auf $\gamma$ hinzu. Dann bekommen wir:

$$8) \quad I + dI = \cos\varphi\,(\cos\varphi - 2\sin\varphi\, d\gamma)\int m^2 di + \sin 2\beta\,[\sin 2\gamma + 2\cos 2\gamma\, d\gamma]\int m^2 . \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda}\, di$$

und für $\gamma = 0$

$$9) \quad I_2' + dI_2' = \cos\beta\,(\cos\beta - 2\sin\beta\, d\gamma)\int m^2 di + 2\sin 2\beta\,.\,d\gamma\int m^2 \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda}\, di\,.$$

Das erste dieser beiden Glieder drückt die totale Quantität des Lichtes aus, welches durch den Dünnschliff hindurchgeht ohne zu interferiren, und welches durch $d\gamma$ nur um eine verschwindend kleine Grösse modificirbar ist. Das andere Glied bezeichnet die von $\int m^2 \sin^2 \pi \frac{\varrho_2}{\lambda}\, di$ abhängige Polarisationsfarbe. Nun erleidet dieses zweite Glied in der Gleichung 8) durch das Zeichen von $d\gamma$ keine Veränderung, während in der Gleichung 9) die Polarisationsfarbe verändert wird, und zwar in die Supplementärfarben, je nachdem der obere Nicol aus seiner Lage $\gamma = 0$ nach rechts oder links gedreht wird.

Somit folgern wir:

Wenn die Richtung des einschliessenden Krystalles parallel ist zu derjenigen eines der Nicols, und der andere Nicol so lange gedreht wird, bis die Polarisationsfarbe die Körperfarbe annimmt, die dem Einschlusskrystalle, der ohne Nicolanalysator betrachtet wird, eigen ist, so wird die Richtung dieses letzteren mit einer der beiden Directionen des eingeschlossenen Krystalles übereinstimmen.

**IV.** Halten wir die Annahme fest, dass der einschliessende Krystall farblos sei. Bei einem farbigen und dichroitischen Einschlusskrystalle gelten die hier angeführten Regeln zur Bestimmung der Hauptrichtungen nicht, da die Körperfarbe des Einschlusses nicht constant ist für jede Stellung desselben.

Hier muss man in der allgemeinen Formel setzen $m_1 = n_1 = 1$ für jedes $\lambda$.

Nehmen wir an, dass der eingeschlossene Krystall über den einschliessenden Schliff gelegt sei.

Für $\alpha = 0$ und $\gamma = 0$ hat man $I = \cos^2\beta\int m_2^2 di,$

- $\alpha = 90^0$ - $\gamma = 0$ - - $I = \sin^2\beta\int m_2^2 di,$

Für $\alpha = 0$ und $\gamma = 90^0$ hat man $I = \sin^2\beta\int n_2{}^2 di$,

- $\alpha = 90^0$ - $\gamma = 0$ - - $I = \cos^2\beta\int n_2{}^2 di$,

Ausdrücke, die uns zu folgender Regel führen:

Man bringt den Dünnschliff mit einer seiner optischen Hauptrichtungen in parallele Lage mit dem unteren Nicol. Dann dreht man diesen um einen rechten Winkel. Wenn die im Analysator beobachtete Farbe bei diesen gekreuzten Lagen des unteren Nicols sich nicht verändert, so ersehen wir daraus, dass der obere Nicol parallel ist mit einer Richtung des eingeschlossenen Krystalles. Im entgegengesetzten Falle wird dieser aus seiner Lage gebracht und die Untersuchung wiederholt.

Liegt der eingeschlossene Krystall unterhalb des Schliffes, so wird mit den beiden Nicols in umgekehrter Weise verfahren.

V. Wenn nicht nur der Einschluss, sondern auch der Einschliessende absorbirend ist, so sind dieselben Regeln anwendbar. Wenn der Einschlusskrystall nicht dichroitisch ist, so tritt die Regel III. in Kraft, ist er aber dichroitisch, so folgt er der Regel IV.

# XVI. Ueber Chalkosin von Montecatini*).

Von

G. Boeris in Bologna.

(Mit 3 Textfiguren.)

Vor einiger Zeit hatte ich Gelegenheit, einige Handstücke von Chalkosin der Grube von Montecatini zu untersuchen. Auf denselben bemerkt man zahlreiche Krystalle dieses Minerals, von welchen ich einige der goniometrischen Untersuchung unterwarf.

Im Nachfolgenden veröffentliche ich die Resultate meiner Untersuchung, da dieselben geeignet sind die Kenntnisse, welche wir über den Chalkosin dieses Fundortes bis jetzt besitzen und welche wir Hrn. Prof. Bombicci**) und Herrn Prof. D'Achiardi***) verdanken, zu erweitern.

Ich konnte mehrere, sowohl einfache wie Zwillingskrystalle, untersuchen. Von den einfachen Krystallen konnten aber nur drei mit Erfolg gemessen werden. Einer von diesen war sehr klein (grösste Dimension etwas mehr als 1 mm) und auf dem Muttergesteine mit einem Ende der [$y$]-Axe aufgewachsen, die anderen zwei waren etwas grösser und mit einem Ende der [$x$]-Axe aufgewachsen.

Im Allgemeinen waren die Flächen glatt und glänzend, mit Ausnahme jedoch der Flächen der Zone [010 : 001], welche die für Chalkosin bekannte Streifung zeigten, deshalb werden im Folgenden für diese Zone nur jene Flächen angegeben, für welche das Symbol mit Sicherheit festgestellt werden konnte.

Es wurden folgende Formen beobachtet:

---

*) Aus den Rendiconti della R. Accademia dei Lincei vom Verf. mitgetheilt.

**) Notizie intorno ad alcuni minerali italiani. Atti soc. ital. di Scienze Nat. 1868, 11, 109.

***) Mineralogia della Toscana. Pisa 1872—73, 2, 253.

$\{100\}\infty\bar{P}\infty$
$\{010\}\infty\breve{P}\infty$
$\{110\}\infty P$
$\{230\}\infty\breve{P}\frac{3}{2}$
$\{012\}\frac{1}{2}\breve{P}\infty$
$\{023\}\frac{2}{3}\breve{P}\infty$
$\{011\}\breve{P}\infty$
(?) $\{021\}2\breve{P}\infty$
$\{052\}\frac{5}{2}\breve{P}\infty$
$\{111\}P$
$\{112\}\frac{1}{2}P$.

Unter diesen Formen sind {230}, {012}, {023}, {021}, {111} für den Fundort neu; {052} ist, so viel ich weiss, für das Mineral neu.

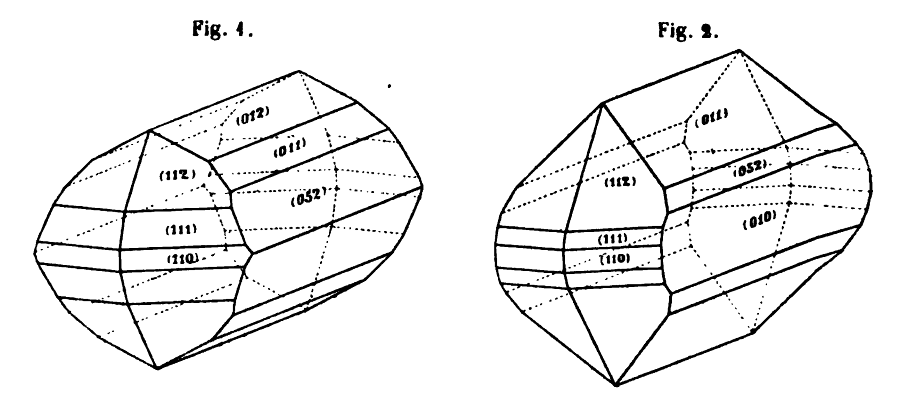


Fig. 1. Fig. 2.

Die drei gemessenen Krystalle boten folgende Combinationen dar:

I. {100}, {110}, {230}, {010}, {023}, {011}, {052}, {112}, {111}.
II. {110}, {012}, {011}, {052}, {112}, {111}. Fig. 1.
III. {110}, {010}, {011}, {052}, {112}, {111}. Fig. 2.

Was die Häufigkeit und Beschaffenheit der verschiedenen Formen betrifft, so ist Folgendes zu bemerken:

{100}. Von dieser Form habe ich eine einzige sehr schmale Fläche beobachtet.

{010} ist immer anwesend an den weiter beschriebenen Zwillingen. An den einfachen Krystallen habe ich dieselbe nur zwei Mal und jedes Mal mit einer einzigen gestreiften Fläche beobachtet.

Das Prisma {110} wurde an allen Krystallen beobachtet, während {230} nur an einem einzigen Krystalle und mit nur einer seiner Flächen beobachtet wurde.

Die Flächen der Formen {023}, {012}, {011}, {021} sind immer mehr oder weniger gestreift. {012}, welche an den Zwillingen immer anwesend ist, wurde an den einfachen Krystallen nur einmal beobachtet. {021} gebe ich nur als zweifelhaft, da ich von derselben nur eine einzige schmale Fläche beobachten konnte, deren Winkel zu den benachbarten Pyramidenflächen ich nicht messen konnte. Die Winkelwerthe mit (010) und (012) wurden gefunden:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| (021):(010) | beob. | 26°33′ | ber. | 27°16′ |
| (021):(012) | - | 36 45 | - | 36 51 |

Die neue Form {052} wurde an allen einfachen Krystallen beobachtet. Die Flächen dieser Form lassen zwar an Regelmässigkeit der Entwickelung etwas zu wünschen übrig, doch an den Krystallen der Combination I. beobachtet man eine Fläche derselben, welche sehr glatt und glänzend ist und mehrere ganz befriedigende Messungen auszuführen erlaubte. Es wurden folgende Werthe erhalten:

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (052):(111) | = 54° 5′ | 53°57′ |
| :(112) | = 53 10 | 53 20 |
| :(110) | = 62 25 | 62 17 |
| :(11$\bar{1}$) | = 76 0 | 76° 16 |
| :(11$\bar{2}$) | = 87 9 | 87 13 |
| :(010) | = 22 3 | 22 24 |

Die Flächen der Pyramiden {112}, {111} sind immer gut entwickelt und glänzend. {112} ist immer vorherrschend.

Ausser den angegebenen Formen habe ich an einem Krystalle eine sehr schmale Fläche beobachtet, welche, wie ich feststellen konnte, den Zonen [100 : 010], [052 : 11$\bar{1}$] angehört. Durch diese Zonen lässt sich für die Form das Symbol {270} herleiten. Es wäre also ein Prisma, welches an unserem Mineral noch nicht beobachtet wurde. Es ist auch möglich gewesen, einige Messungen auszuführen, welche ich hier folgen lasse:

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (270):(111) | = 42°47′ | 42°21′ |
| (270):(112) | = 54 53 | 54 42 |
| (270):(052) | = 33 30 | 33 54 |

Da ich aber diese neue Form, wie gesagt, ein einziges Mal und mit einer einzigen sehr unvollkommen ausgebildeten schmalen Fläche beobachtet habe, so habe ich dieselbe im Verzeichniss der beobachteten Formen nicht einmal als zweifelhaft angenommen.

In folgender Tabelle gebe ich die Winkelwerthe, welche ich, ausser den schon angegebenen, bestimmt habe.

Für die Berechnung diente das Axenverhältniss:

$$a : b : c = 0,5822085 : 1 : 0,9701962,$$

welches aus den von Miller*) angegebenen Winkelwerthen:

$$(110):(100) = 30°12'30''$$
$$(011):(001) = 44\ \ 8$$

hergeleitet wird.

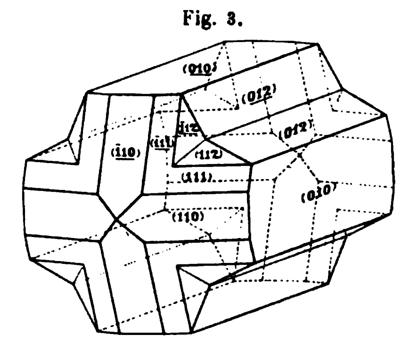
*) Phillips, Introd. to Mineral. by Brooke and Miller. London 1852, p. 159.

Da keiner der gemessenen Winkel genügende Güte und Genauigkeit zeigte, so habe ich erachtet, für den Chalkosin von unserem Fundorte **kein** neues Axenverhältniss berechnen zu dürfen.

| | Grenzen der Beobacht.: | Beobachtet: | Berechnet: | $n$ |
|---|---|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0) =$ | 60° 1′ — 60° 25′ | 60° 14′ | 60° 25′ | 3 |
| $(110):(100) =$ | — | 30 6 | 30 12 30″ | 1 |
| $(110):(010) =$ | 59 50 — 59 57 | 59 55 | 59 47 30 | 5 |
| $(110):(230) =$ | — | 11 9 | 10 55 30 | 1 |
| $(111):(110) =$ | 27 3 — 27 32 | 27 16 | 27 25 | 5 |
| $(111):(112) =$ | 18 13 — 18 55 | 18 37 | 18 38 | 10 |
| $(111):(011) =$ | 50 12 — 50 30 | 50 21 | 50 6 | 2 |
| $(111):(1\bar{1}\bar{1}) =$ | 79 44 — 79 48 | 79 46 | 79 48 | 2 |
| $(111):(023) =$ | — | 51 8 | 51 1 | 1 |
| $(111):(1\bar{1}1) =$ | 52 41 — 53 37 | 53 16 | 53 4 | 3 |
| $(111):(010) =$ | — | 63 53 | 63 28 | 1 |
| $(111):(1\bar{1}0) =$ | — | 63 45 | 64 0 | 1 |
| $(111):(1\bar{1}2) =$ | — | 50 29 | 50 32 | 1 |
| $(112):(023) =$ | — | 37 13 | 37 26 | 1 |
| $(112):(1\bar{1}\bar{1}) =$ | 91 21 — 91 23 | 91 22 | 91 34 | 2 |
| $(112):(012) =$ | 36 43 — 36 47 | 36 45 | 36 51 | 2 |
| $(112):(1\bar{1}2) =$ | — | 41 28 | 40 52 | 1 |
| $(112):(1\bar{1}\bar{2}) =$ | — | 106 28 | 106 18 | 1 |
| $(112):(010) =$ | — | 69 41 | 69 34 | 1 |
| $(1\bar{1}2):(110) =$ | — | 69 40 | 69 58 | 1 |
| $(023):(010) =$ | — | 57 19 | 57 6 | 1 |
| $(011):(010) =$ | — | 36 45 | 36 51 | 1 |

Bekanntlich wurden bis jetzt für Chalkosin drei Zwillingsgesetze festgestellt, bei welchen die resp. Zwillingsebene sind: eine Fläche von $\{110\}$, von $\{112\}$ und von $\{032\}$. Das erste dieser Gesetze wurde an Krystallen von Montecatini schon beobachtet.

Fig. 3.



An den Exemplaren, welche ich zur Verfügung hatte, beobachtete man mehrere Verwachsungen, welche sich durch ihre Regelmässigkeit auszeichnen, doch konnte an der Mehrzahl derselben keine genügende Messung ausgeführt werden, um das Zwillingsgesetz festzustellen. An einigen Krystallen aber, welche sich als Durchkreuzungszwillinge von zwei Individuen erwiesen, waren an beiden Individuen Flächen von $\{110\}$ und von $\{010\}$ genügend

entwickelt und glatt, so dass ich gute Messungen ausführen konnte. Aus denselben geht hervor, dass bei solchen Zwillingen die Zwillingsebene eine Fläche von {011} ist. Die Coincidenz der Zone [010 : 001] an beiden Individuen wurde gleichfalls mit der grössten Genauigkeit festgestellt, obwohl in dieser Zone der Streifung wegen keine genaue Messung auszuführen möglich war. Die Fig. 3 ist das Bild einer dieser Zwillinge. Die bei der Messung erhaltenen Werthe sind folgende:

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(010):(\underline{010})$ = | 88°26′ | 88°16′ |
| $(010):(\underline{0\bar{1}0})$ = | 91 59<br>91 48 | 91 44 |
| $(110):(\underline{\bar{1}10})$ = | 41 21 | 41 1 |
| $(110):(\underline{0\bar{1}0})$ = | 91 5 | 90 52 |

Die sehr befriedigende Uebereinstimmung zwischen beobachteten und berechneten Winkeln, sowie die oben angeführte Coincidenz der Zone [100] an beiden Individuen, sind nach meiner Meinung genügende Merkmale, um die Existenz dieses für Chalkosin neuen Zwillingsgesetzes als sicher anzunehmen.

Istituto Chimico della R. Università di Bologna.

# XVII. Ueber Argyrodit und ein neues Sulfostannat des Silbers aus Bolivia.

Von

S. L. Penfield in New Haven.

---

Durch das unermüdliche Interesse, welches Herr Frederick A. Canfield in Dover, N. J., für alle mineralogischen Erscheinungen hegt, bin ich in der erfreulichen Lage, Mittheilungen über Argyrodit von einem neuen Fundorte machen zu können Herr Canfield hat gelegentlich einer Reise in Bolivia von dem Bergwesen nahe stehenden Bekannten eine Anzahl Stücke eines reichen, aber unbekannten Silbererzes erhalten, welche er mir behufs näherer Bestimmung übergeben hat. Für die in liebenswürdiger und freigebigster Weise bewirkte Ueberlassung dieses werthvollen Materiales sei Herrn F. A. Canfield an dieser Stelle mein Dank ausgesprochen.

Genauere Angaben über die Art des Vorkommens und über den näheren Fundort bin ich zur Zeit nicht im Stande zu geben, doch steht zu hoffen, dass die von Herrn Canfield angeregten Nachforschungen Klarheit bringen werden. Es wird angegeben, dass das Mineral von Potosi stamme, wo es als reiches und wichtiges Silbererz erkannt wurde.

Die Vorprüfung ergab, dass keines der gewöhnlichen Silbererze vorliege. Es liefert beim Erhitzen im offenen Rohre Schwefelreaction, aber kein Sublimat, im geschlossenen Rohre über einem gewöhnlichen Bunsenbrenner erhitzt bildet sich nur eine schwache Schwefelsublimation, welche bei noch stärkerer Erhitzung zunimmt, während dicht über der Probe ein schwach gelbes Sublimat entsteht, das beim Abkühlen heller wird. Das letztere besteht aus feinen Kügelchen, welche grössentheils farblos, einige indessen auch gelb sind. Concentrirte Salpetersäure oxydirt das Mineral beim Kochen sehr leicht. Auf Kohle in der Oxydationsflamme schmilzt es leicht und giebt beinahe augenblicklich ein rein weisses Sublimat nahe der Probe, ohne der Flamme eine Färbung zu ertheilen. Bei weiterem Erhitzen

breitet sich das Sublimat weiter aus und nimmt eine zwischen grünlich- bis bräunlichgelb schwankende, im grössten Theile aber citrongelbe Farbe an, während an Stelle der Probe ein Silberkügelchen bleibt. Unter der Lupe zeigt der Beschlag ein eigenthümliches geglättetes Aussehen, als ob er auf der Kohle geschmolzen wäre, während sich näher an der Probe zahlreiche, durchsichtige bis milchweisse Kügelchen, untermengt mit winzigen Silberkügelchen, zerstreut finden. Diese Versuche führten zu der Vermuthung, dass das Mineral möglicherweise Germanium enthalten könne, weshalb vergleichende Versuche mit Argyrodit ausgeführt wurden, welche ein ganz gleiches Resultat ergaben. Ich bemerke noch, dass Richter*), obgleich er das Verhalten des Argyrodits auf Kohle auf das Genaueste beschreibt, diese geglättete Oberfläche oder die Bildung der geschmolzenen Kügelchen, welche ein charakteristisches und brauchbares Anzeichen für die Identificirung des Germaniums darbieten, nicht erwähnt. Um den letzten Zweifel aber an der Identität des so angezeigten Elementes mit Germanium zu beseitigen, wurden die Eigenschaften des Elementes nach den Angaben von Winkler**) studirt und eine Reihe sorgfältiger qualitativer Versuche und die Darstellung der wichtigsten von ihm erwähnten Verbindungen durchgeführt. So wurde ein in alkalischer Lösung lösliches Sulfosalz, gleich jenen des Zinns, Arsens und Antimons dargestellt, welches aus seiner Lösung durch Zusatz von Säure, besonders in grossem Ueberschusse, ein weisses Sulfid fallen lässt. Dieses liefert beim Erhitzen im Wasserstoffstrome dicht vor dem erhitzten Material kleine, glänzende Schüppchen von $GeS$, welche in ihrem Glanze dem Hämatit gleichen, und im durchfallenden Lichte unter dem Mikroskope eine dunkelbraune Farbe aufweisen. Dieselben sind, was von Weisbach nicht erwähnt wird, stark pleochroitisch und ist die Richtung der stärksten Absorption rechtwinklig zur längsten Axe der Tafeln gelegen. Bei fortgesetztem und stärkerem Erhitzen tritt eine weitere Reduction ein und es bildet sich metallisches Germanium als ein krystallinisches Sublimat an den Wänden des Rohres. Dieses Sublimat erweist sich unter dem Mikroskope als bestehend aus kleinen, grauweissen, oktaëdrischen Krystallen von sehr starkem Metallglanze, in Salzsäure sind sie unlöslich, werden aber sehr rasch zersetzt von Königswasser. Die Resultate stimmen genau mit jenen Winkler's überein und die Identität wird weiterhin bestätigt durch das gesammte Verhalten dieses Elementes und durch weitere Resultate, welche im Laufe der Untersuchung sich ergeben werden.

Die Krystalle des Minerales gehören dem regulären Systeme an***).

*) Bei Weisbach, Jahrb. f. Min. 1886, 2, 67.

**) Journ. f. prakt. Chem. 1886, 34, 177.

***) Ich habe das Mineral zuerst für neu gehalten und unter dem Namen »Canfieldit« beschrieben (Americ. Journ. of Science a. Arts III, 1893, 41, 107). Indessen

Unter den von Herrn Canfield gelieferten Handstücken befanden sich zwei, welche gut krystallisirt waren; an einem derselben befindet sich eine Gruppe von unzweifelhaft oktaëdrischen Krystallen, von ungefähr 7 mm Durchmesser, welche aber zu rauh sind, um goniometrische Messungen zu erlauben. Die Kanten sind hier und da abgestumpft durch das Dodekaëder und manche derselben nach dem Oktaëder verzwillingt. Das andere Stück zeigt gleichmässig grosse, aber weniger isolirte Krystalle mit gut spiegelnden Flächen; einer derselben, welcher die oberen vier Flächen des Oktaëders in Combination mit dem Dodekaëder ausgebildet hatte, konnte mit dem Reflexionsgoniometer gemessen werden, es ergab sich:

| | |
|---|---|
| $(111):(\bar{1}11) = 70^\circ\ 0'$ | |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) = 70\ 29$ | |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(1\bar{1}1) = 70\ 14$ | $(111):(\bar{1}\bar{1}1) = 108^\circ 57'$ |
| $(1\bar{1}1):(111) = 70\ 8$ | $(1\bar{1}1):(\bar{1}11) = 109\ 3$ |
| Berechnet $= 70\ 32$ | Berechnet $= 109\ 28$ |

Die Reflexe waren mässig, doch sind die Messungen in Betracht einer leichten Rundung der Flächen ziemlich gut mit den Oktaëderwerthen übereinstimmend. Die Flächen des Dodekaëders waren zu uneben, um deutliche Reflexe zu geben. Diese Krystalle gaben bei der Untersuchung die charakteristischen Reactionen des Germaniums. Der Bruch ist unregelmässig bis schwach muschelig, ausserordentlich spröde. Härte ungefähr 2,5. Das spec. Gewicht an zwei derben Fragmenten von ungefähr fünf und sechs Gramm Gewicht bestimmt ergab sich nach dem Auskochen in destillirtem Wasser zu 6,2662 resp. 6,2657 bei 24° C. Das spec. Gewicht des Stückes, welchem der gemessene Krystall entnommen war, und welches über 22 g wog, wurde zu 6,270 bestimmt. Der Glanz ist stark metallisch, die Farbe schwarz mit einem bläulichen bis röthlichen Ton, der Strich graulich schwarz, etwas glänzend. Das hauptsächliche Verhalten vor dem Löthrohre ist bereits mitgetheilt; es kann noch beigefügt werden, dass die Schmelzbarkeit etwa $1\frac{1}{2}$—2 ist; die geschmolzenen, durchsichtigen Kügelchen, welche auf der Kohle beobachtet wurden, sind wahrscheinlich $GeO_2$. Etwas von dem aus der quantitativen Analyse herstammenden Oxyd zeigte folgendes Verhalten auf Kohle: In der Oxydationsflamme schmilzt es unter Blasenwerfen zu einer durchsichtigen, glasigen Kugel, ohne einen Beschlag zu geben. Bei fortgesetztem Erhitzen in der Reductionsflamme trübt es sich und giebt ein schwaches, weisses Sublimat. Der gelbe Beschlag, welchen das Mineral auf Kohle lieferte, war wahrscheinlich ein Gemenge von Germanium-Oxyd und -Sulfid. Die geschmolzenen Kügelchen, welche nahe der Probe im geschlossenen Rohre beobachtet wurden, waren $GeS_2$ oder vielleicht

---

hat aber Weisbach gezeigt, dass der Argyrodit ebenfalls regulär krystallisirt, weshalb das Mineral aus Bolivia keine neue Species darstellt (Neues Jahrb. f. Min. 1894, 1, 98).

etwas Oxysulfid. Argyrodit in gleicher Weise geprüft, liefert anfangs ein schwarzes Sublimat, welches nach Richter*) genau wie Quecksilbersulfid aussieht und auch zweifellos diese Substanz ist. Bei intensivem Erhitzen vor dem Löthrohre bildet sich am weitesten oben im Rohre ein Schwefelbeschlag, darnach folgt ein Ring von Quecksilbersulfid, welche beide sich bei fortgesetztem Erhitzen nicht merklich vergrössern, während nächst der Probe die beinahe farblosen Kügelchen von $GeS_2$ abgesetzt werden. Bricht man den unteren Theil der Röhre weg, entfernt den Schwefel und das Quecksilbersulfid durch gelindes Erwärmen und röstet alsdann die Kügelchen im Luftstrome, so wird $SO_2$ abgegeben, während das Germaniumoxyd sich in einer geschmolzenen Masse sammelt und sich nicht verflüchtigt.

Bezüglich der Vergesellschaftung unseres Argyrodits mit anderen Mineralien kann nur bemerkt werden, dass die Stücke bemerkenswerth rein sind, und einzig geringe Mengen Pyrit, Sphalerit und Kaolin mit demselben verwachsen gefunden wurden.

Aus dem Gesagten erhellt, dass das Mineral wesentlich ein Sulfosalz des Germaniums und Silbers darstellt, es wurde daher folgender Gang zur Analyse gewählt. Ungefähr 2 g wurden mittelst concentrirter Salpetersäure auf dem Wasserbade oxydirt, eine Operation, welche in etwa ein bis zwei Stunden beendet war, alsdann wurde die überschüssige Säure abgedampft. Der Rückstand wurde in leicht mit Salpetersäure angesäuertem Wasser aufgenommen und, nach dem Abfiltriren einer geringen Spur eines unlöslichen Rückstandes, das Silber mit Salzsäure gefällt und gewogen. Im Filtrate wurde der Schwefel als Baryumsulfat niedergeschlagen, durch Schmelzen mit Natriumcarbonat und abermaliges Ausfällen gereinigt. Zur Bestimmung des Germaniums wurde eine andere Portion von zwei Gramm mittelst Salpetersäure, der ein wenig Schwefelsäure zugesetzt worden war, oxydirt, die überschüssige Säure abgedampft, der Rückstand in warmem, mit etwas Salpetersäure versetztem Wasser aufgelöst und daraus das Silber durch Ammoniumthiocyanat gefällt und abfiltrirt. Im Filtrat findet sich das Germanium zusammen mit solchen Säuren, welche mit ihm keine flüchtige Verbindung bilden. Es wurde deshalb in der Platinschale eingedampft; die vorhandene Salpetersäure reicht völlig hin, um das Ammoniumthiocyanat zu zerstören und der Ueberschuss an vorhandener Schwefelsäure wurde schliesslich durch Erhitzen ausgetrieben. Der so erhaltene Rückstand wurde mit etwas starkem Ammoniak bedeckt, in welches Schwefelwasserstoff eingeleitet wurde; hierbei wird das Germaniumoxyd zersetzt, während alle schweren Metalle, ausgenommen jene, welche in Ammoniumsulfid lösliche Sulfosalze bilden, ungelöst bleiben. In diesem speciellen Falle verblieb eine sehr geringe Quantität eines schwarzen Sulfids, welches abfiltrirt, geglüht und gewogen wurde. Es wurde angenommen, dass es

*) Mitgetheilt bei Weisbach und Winkler, l. c.

ein Gemenge von Zink- und Eisenoxyd sei, herrührend von wahrscheinlich beigemengtem Sphalerit und Pyrit. Das das Germanium enthaltende Filtrat wurde in einen gewogenen Platintiegel gebracht und auf dem Wasserbade eingedampft, der Rückstand mit starker Salpetersäure oxydirt und der Ueberschuss an letzterer durch Abdampfen entfernt. Der Tiegel wurde hierauf in einen Porzellantiegel gestellt und dann geglüht, anfangs mässig, schliesslich mit der vollen Hitze eines Ringbrenners und hierauf gewogen und das Germanium als $GeO_2$ bestimmt. Bei weiterem Erhitzen blieb das Gewicht constant auch bei voller Rothgluth. Beim Erhitzen in einem Strome von Luft und Ammoniak, zwecks Entfernung von Schwefelsäure, verminderte sich das Gewicht um ein sehr Geringes; so fiel dasselbe bei einem Versuche von 0,1535 auf 0,1525, was ersichtlich macht, dass ein mässiges Erhitzen hinreicht, um praktisch so gut wie alle Schwefelsäure auszutreiben. Beim Erhitzen zu heller Rothgluth in einem Luft- und Ammoniakstrome wird das Germaniumoxyd zu Metall reducirt. Um das Germaniumoxyd auf seine Reinheit zu prüfen und namentlich um die Abwesenheit von Arsen und Antimon zu erweisen, wurden folgende Versuche angestellt: Ziemlich grosse Quantitäten des Minerals gaben beim Rösten im offenen Rohre kein Sublimat. Eine saure Lösung des Oxyds gab mit Schwefelwasserstoff einen weissen Niederschlag, welcher, auf dem Filter gesammelt, einzig einen schwach gelblichen Ton zeigt. Das bei der Analyse erhaltene Oxyd gab gelöst und in den Marsh'schen Apparat gebracht eine ganz minimale und unwägbare Schwärzung der Glaswand, welche sich beim Erhitzen an der Luft zu einem schwer wahrnehmbaren weissen Oxyd, Antimon gleichend, umwandelt. Aus der völligen Löslichkeit des Minerals in Salpetersäure folgt, dass kein Zinn zugegen sein kann. Diese Resultate zeigen daher, dass das Germanium hinlänglich rein war.

Ein anderer Gang der Analyse, in welcher jeder Bestandtheil in einer Portion bestimmt wurde, ist folgender: Lösung des Minerals in Salpetersäure, Fällen des Silbers mit Salzsäure, des Schwefels mit Baryumnitrat, Entfernung des Ueberschusses von Chlor und Baryum in einer Operation mit Silbernitrat und Schwefelsäure, schliesslich Entfernung des Silbers mit Ammoniumthiocyanat und Bestimmung des Germaniums im Filtrat wie oben. Die Analysen ergaben nachstehende Werthe:

| | | | | Mittel: | Nach Abzug der Verunreinigung: | Berechn. für $Ag_8GeS_6$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *S* | 17,03 | 17,04 | — | 17,04 | 17,10 | 17,06 |
| *Ge* | 6,51 | 6,52 | 6,61 | 6,55 | 6,57 | 6,42 |
| *Ag* | 76,01 | 76,09 | — | 76,05 | 76,33 | 76,52 |
| *Fe, Zn* | 0,14 | 0,16 | 0,10 | 0,13 | — | — |
| Unlösl. | 0,29 | — | — | 0,29 | — | — |
| | | | | 100,06 | 100,00 | 100,00 |

Die Formel des Minerales ist augenscheinlich $Ag_8GeS_6$ oder $4Ag_2S.GeS_2$ und ist die Uebereinstimmung der berechneten und gefundenen Werthe eine sehr gute.

Winkler gelangte bei dem Freiberger Argyrodit zu nachstehenden Zahlen, aus welchen er die Formel $Ag_6GeS_5$ oder $3Ag_2S.GeS_2$ ableitet.

| | Winkler's Analyse: | Berechnet für $Ag_6GeS_5$ | Berechnet für $Ag_8GeS_6$ | Atomgewicht: |
|---|---|---|---|---|
| *S* | 17,13 | 18,21 | 17,06 | 32 |
| *Ge* | 6,93 | 8,23 | 6,42 | 72,32 |
| *Ag* | 74,73 | 73,56 | 76,52 | 107,7 |
| *Hg* | 0,31 | — | — | |
| *Fe* | 0,66 | — | — | |
| *Zn* | 0,22 | — | — | |
| | 99,97 | 100,00 | 100,00 | |

Augenscheinlich stimmen Winkler's Zahlen besser mit den für $Ag_8GeS_6$ berechneten, namentlich bezüglich des Schwefels und Germaniums, als mit denen seiner Formel.

Um diese Unsicherheit zu beseitigen, wurde eine Analyse des Freiberger Argyrodits nach den oben angegebenen Methoden vorgenommen. Es wurde das beste Material von einem ausgezeichneten Stücke ausgesucht, welches sich in der Brush'schen Sammlung befindet. Das spec. Gewicht wurde auf zwei Wegen ermittelt. Zwei grössere Fragmente von ungefähr 2 g Gewicht gaben auf der Wage in destillirtem Wasser 6,142 und ein kleineres im Pyknometer 6,132. Diese Zahlen, obgleich etwas höher als die von Weisbach und Winkler gegebenen 6,085—6,111, sind indessen beträchtlich niedriger als jene für den bolivianischen Argyrodit gefundenen. Das Analysenresultat ist folgendes:

| | | | Mittel: |
|---|---|---|---|
| *S* | 16,97 | — | 16,97 |
| *Ge* | 6,67 | 6,62 | 6,64 |
| *Ag* | 75,57 | 75,53 | 75,55 |
| *Hg* | 0,34 | — | 0,34 |
| *Fe, Zn* | 0,24 | — | 0,24 |
| | | | 99,74 |

Die Analyse ist in bemerkenswerther Uebereinstimmung mit der Winkler'schen, nur ist der Silbergehalt etwas höher, jener des Eisens und Zinks etwas niedriger. Es scheint dies darauf hinzudeuten, dass diese beiden letzteren auf Kosten von beigemengtem Pyrit und Sphalerit zu setzen sind, welche sich mit dem Mineral vergesellschaftet finden. Bezüglich des Quecksilbers, welches sonst niemals anderweitig in Freiberg beobachtet wurde, scheint die Annahme am wahrscheinlichsten, dass es etwas Silber

vertritt. Berechnen wir nun die Analysen neu, unter Abrechnung von so viel Schwefel als erforderlich, um Pyrit und Sphalerit zu bilden, und ersetzen das Quecksilber durch die äquivalente Silbermenge, so erhalten wir

| | Bolivia. Penfield: | Freiberg. Winkler: | Freiberg. Penfield: | Berechnet für $Ag_8GeS_6$ |
|---|---|---|---|---|
| *S* | 17,10 | 16,56 | 16,83 | 17,06 |
| *G* | 6,57 | 7,05 | 6,69 | 6,42 |
| *Ag* | 76,33 | 76,39 | 76,48 | 76,52 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Ein Vergleich zeigt, dass kein Zweifel mehr herrschen kann darüber, dass die chemische Zusammensetzung des Argyrodit der Formel $Ag_8GeS_6$ entspricht.

---

In allerjüngster Zeit erhielt ich durch die Liebenswürdigkeit des Herrn Wm. E. Hidden in New York eine Stufe von La Paz in Bolivia, welche für Argyrodit gehalten wurde. Das Stückchen wiegt etwas über 7 g und besteht aus einigen aufgewachsenen Oktaëdern in Combination mit dem Dodekaëder; das grösste derselben hat 13 mm im Durchmesser. Der einzige sichtbare Begleiter bestand in ein wenig metallischem Silber, welches in Form feiner Drähtchen an einigen wenigen Stellen der Oberfläche der Krystalle abgelagert war. Das Mineral ist fast durchwegs identisch mit Argyrodit in allen seinen physikalischen Eigenschaften. Der Glanz ist stark metallisch, die Farbe schwarz mit demselben bläulichen oder purpurnen Ton wie beim Argyrodit. Bruch uneben bis schwach muschelig, sehr spröde. Härte $2\frac{1}{2}$—3, spec. Gew. 6,276, jenes des Argyrodits von Bolivia ist 6,266. Es schmilzt auf Kohle in der Spitze der blauen Löthrohrflamme bei ungefähr 2 und liefert einen Beschlag, bestehend aus den gemischten Oxyden des Zinns und des Germaniums; dieser ist gegen die Probe zu weiss bis grau, am äusseren Rande dagegen gelb. Bei fortgesetztem Erhitzen bildet sich eine Silberkugel, diese ist aber bedeckt mit Schuppen oder Krusten von Zinnoxyd. Wenn der auf der Kohle hervorgebrachte Beschlag gesammelt und mit Natriumcarbonat in die Reductionsflamme gebracht wird, liefert er Kügelchen von Zinn. Im geschlossenen Rohre wird Schwefel abgegeben und bei höherer Temperatur nächst der Probe ein leichter Anflug von Germaniumsulfid, welches zu Kügelchen schmilzt. Im offenen Rohre bildet sich schweflige Säure, aber kein Sublimat.

Zur Analyse wurde folgender Gang gewählt: Das Mineral wurde mit concentrirter Salpetersäure oxydirt und der Ueberschuss derselben abgedampft. Der Rückstand wurde, nach dem Befeuchten mit Salpetersäure, eine Zeit lang mit heissem Wasser digerirt und die unlösliche Metazinnsäure abfiltrirt. Diese wurde noch feucht in ein Becherglas gebracht und mit

starkem Ammoniak behandelt, in welches Schwefelwasserstoff eingeleitet wurde, so lange, bis die Metazinnsäure in Lösung gebracht war. Ein geringer unlöslicher Rückstand wurde hierbei abfiltrirt; derselbe enthielt ungefähr 0,1 % Zinn und 0,40 % Silber. Aus der Lösung in Ammoniumsulfid wurde das Zinn durch Zusatz einer geringen Menge Schwefelsäure gefällt und als Oxyd gewogen. Das Filtrat vom Zinnsulfid wurde eingedampft und lieferte noch eine geringe Menge Germanium, welche nicht durch Behandeln mit Salpetersäure vom Zinn getrennt worden war.

Im ursprünglichen Filtrat wurden Schwefel und Germanium in der vorausgehend beschriebenen Weise getrennt. Auf diese Weise wurden folgende Zahlen erhalten:

| | Gefunden: | Verhältniss: | | | Berechnet für $Ag_8(Sn.Ge)S_6$ mit $Sn : Ge = 12 : 5$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $S$ | 16,22 | 0,507 | | 5,92 | 16,56 |
| $Sn$ | 6,94 | 0,0589 | 0,0842 | 0,98 | 7,18 |
| $Ge$ | 1,82 | 0,0253 | | | 1,83 |
| $Ag$ | 74,10 | 0,686 | | 8,00 | 74,43 |
| $Zn + Fe$ | 0,21 | — | | — | — |
| | 99,29 | | | | 100,00 |

In dieser Verbindung ist das Zinn zweifellos isomorph mit dem Germanium, welche beiden ungefähr in dem Verhältnisse 12 : 5 zugegen sind. Das Verhältniss $S:(Sn+Ge):Ag$ ist sehr nahe wie 6 : 1 : 8 entsprechend der Formel $Ag_8(Sn, Ge)S_6$ oder $4Ag_2S.(Sn, Ge)S_2$. Die Uebereinstimmung zwischen Analyse und Rechnung ist eine sehr befriedigende.

Die einzigen bislang in der Natur bekannt gewordenen Sulfostannate sind: der seltene Zinnkies, $Cu_2S.FeS.SnS_2$, der Frankeït, $5PbS.Sb_2S_3.2SnS_2$ und der Plumbostannit, ein Mineral von noch zweifelhafter Zusammensetzung, enthaltend $Pb$, $Fe$, $Sb$, $Sn$ und $S$, von Raimondi*) beschrieben. Der Frankeït wurde unlängst von Stelzner**) beschrieben und Winkler gelang es, darin eine geringe Menge Germanium, wahrscheinlich 0,1 %, nachzuweisen. Diese Autoren weisen auch auf die Thatsache hin, dass Zinn und Germanium als zur selben Gruppe gehörig mit einander isomorph sind, und sprechen die Vermuthung aus, dass sich unter den bolivianischen Erzen wohl auch noch ein Sulfostannat des Silbers auffinden lassen werde, das mit Argyrodit isomorph ist. Wie ersichtlich, entspricht das oben beschriebene neue Mineral diesen Erwartungen.

Infolge der Anerkennung des regulären Systems für den Freiberger Argyrodit kann die von mir früher vorgeschlagene Bezeichnung »Canfieldit« für das reguläre Germanium-Mineral von Bolivia nicht mehr aufrecht erhalten werden. Ich schlage deshalb nun vor, diesen Namen jetzt

*) Diese Zeitschr. 1882, 7, 632.

**) Jahrb. f. Min. etc. 1893, 2, 114.

zu übertragen auf die isomorphe Zinnverbindung. Verwechslungen können hierdurch kaum entstehen, da der neue zuerst angewendete Name nur sehr kurze Zeit in Gebrauch gestanden und noch in kein Lehrbuch oder Mineralsystem übergegangen ist, und weiterhin ist der Name ja nun auf ein Mineral übertragen, welches in der allerengsten Beziehung zum Argyrodit steht und in jedem natürlichen Mineralsysteme zu diesem gestellt werden muss. Es ist wahrscheinlich, dass verschiedentliche Mischungen von $Ag_8GeS_6$ und dem Molekül $Ag_8SnS_6$ gefunden werden können, daher scheint es am besten, das letztere als »Canfieldit«-Molekül zu bezeichnen, während die intermediären isomorphen Mischungen als Argyrodit und Canfieldit bezeichnet werden mögen, je nachdem die Germanium- oder die Zinnverbindung vorherrscht.

Was die Krystallform des Argyrodits und Canfieldits aus Bolivia anbelangt, so sind die von mir untersuchten Stücke augenscheinlich holoëdrisch. Die Flächen des Oktaëders sind gleich entwickelt und zeigen denselben Glanz. Auf jeder Dodekaëderfläche des Canfielditstückes zeigt sich eine deutliche Furche oder leichte Depression parallel der längeren Diagonale. Es könnte dies vielleicht eine Zwillingsbildung andeuten, welche die anscheinend holoëdrische Form veranlasst hat, oder aber die letztere könnte auch durch gleich grosse Entwickelung des positiven und negativen Tetraëders bedingt sein.

Mineralogisch-petrographisches Laboratorium, Sheffield Scient. School, New Haven, April 1894.

# XVIII. Ueber die Rationalität einer dreizähligen Symmetrieaxe.

Von

Vic. de Souza-Brandão in Lissabon.

---

Nachdem in dieser Zeitschr. **17**, 617 ein Referat von Herrn G. Wulff über einen strengen Beweis für die Rationalität dreizähliger Symmetrieaxen, welcher von Herrn Fedorow in den Verhandlungen der russischen mineralogischen Gesellschaft veröffentlicht wurde, erschienen ist, wurde seitens des Herrn Hecht (Neues Jahrbuch für Mineralogie 1893, **2**, 173) eine Berichtigung jenes Beweises und später wieder (Ebenda, 1894, **1**, 199) von Fedorow eine Vertheidigung seines Beweises bekannt gemacht. Da keiner von diesen Gelehrten uns sagt, worin der Fehler seines Gegners liegt, so ist aus den erwähnten Aufsätzen nicht ohne Weiteres zu ersehen, welcher von Beiden Recht hat. Ich erlaube mir deshalb meine eigene Ansicht mitzutheilen, in der Hoffnung, Anderen vielleicht die Bemühungen zu ersparen, die ich selbst hatte.

---

Drei unter einander gleichgeneigte Kanten sind überhaupt krystallographisch möglich. Betrachtet man sie als Fundamentalkanten, so werden dadurch nur drei Elemente — die Fundamentalwinkel — bestimmt, und es bleiben die Axenverhältnisse noch durch eine hinzuzuziehende Fläche oder Kante zu berechnen. Werden aber die drei unter einander gleichgeneigten Kanten, welche wir mit $x_1$, $x_2$, $x_3$ bezeichnen wollen, als mit Bezug auf eine dreizählige Axe $\alpha$ symmetrisch vorausgesetzt, d. h. sind $x_2$ und $x_3$ als aus $x_1$ durch Drehungen von $120^0$ und $240^0$ um eine Gerade $\alpha$ erzeugt anzusehen, so fragt sich, ob dadurch der Complex vollständig bestimmt ist oder nicht, d. h. ob damit die Axenverhältnisse, ohne Benutzung irgend einer neuen Fläche oder Kante, keiner Unbestimmtheit mehr unterliegen.

Bei der Entscheidung dieser Frage haben die Krystallographen zwei Richtungen befolgt, die man vielleicht die physikalische und die rein mathematische nennen könnte. Der ersten Auffassung nach, welche

in dem vortrefflichen Werke von Liebisch (Physikalische Krystallographie, 1891, S. 11) und schon in seiner etwas älteren geometrischen Krystallographie (1881, S. 195, 196) vertreten ist, wird die Eigenschaft rationaler Axenverhältnisse als eine dem Grundgesetze der physikalischen Krystallographie unterworfene angesehen, woraus für unseren Fall folgt, dass, wenn zwei von drei unter einander gleichgeneigten Kanten durch die dritte und die Operationen einer dreizähligen Symmetrieaxe erzeugt worden sind, jede Ebene eine mögliche Fläche des von jenen drei Kanten bestimmten Complexes ist, welche auf letzteren Abschnitte bildet, deren Verhältnisse rational sind, und jede Richtung eine mögliche Kante, deren axoparallele Coordinaten mit Bezug auf die drei jene Kanten verbindenden Ebenen rationale Verhältnisse haben. Da nun für die dreizählige Axe alle drei Coordinaten gleich sind, ebenso wie die Kantenabschnitte für die zu ihr normale Ebene (die Basis), so ist ohne Weiteres festgestellt, dass dreizählige Axe und dazu normale Ebene mögliche Kante und mögliche Fläche sind.

Diese Auffassung scheint mir die richtige zu sein, da die Gleichwerthigkeit von Richtungen und Ebenen, auf Grund der Erfahrung und physikalischer Betrachtung gefunden, nicht deshalb aufhört für eine besondere Eigenschaft (welche nichts anderes als eine physikalische sein kann) zu gelten, weil ein allgemeineres Grundgesetz — das sogenannte Grundgesetz der geometrischen Krystallographie — nicht eine solche Anforderung von vornherein an gleichwerthige Richtungen stellt. Wenn ein Symmetrieelement als ein solches, durch dessen Operation ein Complex in sich selbst übergeht, definirt wird, so ist nicht begreiflich, wie man die Rationalität der Axenverhältnisse auf gleichwerthigen Kanten, identisch mit der Gleichheit der krystallographischen Einheiten dieser Kanten, von der Eigenschaft, jenes Symmetrieelement zu besitzen, trennen kann.

Aus dem Gesagten folgt auch schon, dass, soll die dreizählige Axe eine mögliche Kante sein, die Axenverhältnisse, wenn als Fundamentalkanten drei gleichwerthige Kanten angenommen werden, rational sein müssen.

Die rein mathematische Richtung, von Fedorow und Hecht verfolgt, verwirft für die Entscheidung dieser Frage die Gültigkeit des Grundgesetzes der physikalischen Krystallographie und lässt nur das Gesetz der rationalen Indices gelten.

Für die Anwendung des letzteren ist die Hinzuziehung weiterer zwei Kanten nothwendig, welche natürlich mit der dreizähligen Axe nicht zusammenfallen dürfen. Durch die Annahme einer dreizähligen Symmetrieaxe werden aber zu einer Kante $o$ noch zwei andere $q$ und $r$ bedingt, welche unter sich und mit $o$ einerseits, und alle drei mit der Axe andererseits gleiche Winkel bilden. Da aber die vier Kanten $x_1$, $x_2$, $x_3$, $o$ den Complex vollständig bestimmen, so fragt sich, ob und in welchen Fällen $q$ und $r$ mögliche Kanten sind.

Wir nehmen an, dass die Drehungen um die dreizählige Axe, welche $o$ in $q$ und $q$ in $r$ auf dem kleinsten Wege überführen, dem Sinne nach mit denjenigen übereinstimmen, welche $x_1$ in $x_2$ und $x_2$ in $x_3$ ebenfalls auf dem kleinsten Wege zur Coincidenz bringen. Dann genügt es, die Möglichkeit von $r$ zu untersuchen, da die Winkel unter den fünf Kanten $x_2$, $x_3$, $x_1$, $o$, $r$ entsprechend gleich sind denjenigen, welche von $x_1$, $x_2$, $x_3$, $r$, $q$ gebildet werden, und in Folge dessen, wenn die Indices von $r$ mit Bezug auf $x_2$, $x_3$, $x_1$, $o$ rational sind, auch diejenigen von $q$ mit Bezug auf $x_1$, $x_2$, $x_3$, $r$.

Ist nun in der That $r$ eine mögliche Kante, so ist der eine dreizählige Symmetrieaxe besitzende Complex rational; ist dagegen $r$ keine mögliche Kante, so ist der dreizählig axosymmetrische Complex kein rationaler, oder mit anderen Worten: der rationale Complex, welcher durch die vier Kanten $x_1$, $x_2$, $x_3$, $o$, von welchen die drei ersten unter einander gleichgeneigt sind, bestimmt ist, wird keine dreizählige Symmetrieaxe besitzen.

Um nach der Rationalitätsbedingung von $r$ zu suchen, benutzen Fedorow und Hecht den Fundamentalsatz der goniometrischen Krystallographie, welcher in der Rationalität des dreifachen Verhältnisses von fünf Flächen oder Kanten eines Complexes besteht. Werden mit $r_1, r_2, r_3$ die Indices von $r$, bezogen auf $x_1, x_2, x_3$ als Fundamentalkanten und $o$ als Einheitskante, und mit $X_1, X_2, X_3$ die Normalen der Axenebenen $x_2 x_3$, $x_3 x_1$, $x_1 x_2$ bezeichnet, so gelangt Fedorow zu der Formel:

$$\cos(rX_1) : \cos(rX_2) : \cos(rX_3) = \sqrt[3]{\frac{r_1}{r_2}} : \sqrt[3]{\frac{r_2}{r_3}} : \sqrt[3]{\frac{r_3}{r_1}}, \tag{1}$$

woraus er schliesst, dass die dreizählige Axe eine mögliche Kante ist, da die Gleichung für $(rX_1) = (rX_2) = (rX_3)$, die Form:

$$\sqrt[3]{\frac{r_1}{r_2}} : \sqrt[3]{\frac{r_2}{r_3}} : \sqrt[3]{\frac{r_3}{r_1}} = 1 : 1 : 1$$

— annehmend, durch rationale Werthe der Verhältnisse $\frac{r_1}{r_2}$, $\frac{r_2}{r_3}$, $\frac{r_3}{r_1}$ befriedigt wird.

Hecht wendet ein, dass der vorhergehende Beweis, zur Hälfte geführt, nichts beweise, und den erwähnten Fundamentalsatz auf die Kanten $x_1, x_2, x_3, r$ und $o'$ (zunächst beliebig) weiter anwendend, kommt er schliesslich zu den Gleichungen:

$$\cos(o'X_1) : \cos(o'X_2) : \cos(o'X_3) =$$
$$r_1' \sqrt[3]{\frac{r_1}{r_2}} : r_2' \sqrt[3]{\frac{r_2}{r_3}} : r_3' \sqrt[3]{\frac{r_3}{r_1}}, \tag{2}$$

wo $r_1'$, $r_2'$, $r_3'$ ganze rationale Zahlen sind. Indem er nun die beliebige Kante $o'$ mit der dreizähligen Axe identificirt, findet er:

$$(r_1')^3 : (r_2')^3 : (r_3')^3 = \frac{r_2}{r_1} : \frac{r_3}{r_2} : \frac{r_1}{r_3} ; \quad (3$$

d. h. es müssen die Verhältnisse der Indices der Kante $r$, von einem Proportionalitätsfactor abgesehen, gleich den dritten Potenzen dreier ganzen rationaler Zahlen sein.

Hecht betrachtet die Gleichungen (1) für sich allein, als die Bedingung dafür, dass ein Complex eine dreizählige Symmetrieaxe besitze, was (1) auch jedenfalls beweist; als Beweis für die Zugehörigkeit der Axe zum Complex aber sieht er nur Formel (2) an. Mir scheint es auch, dass (1), der Bedeutung von $r_1, r_2, r_3$ wegen, nur bezüglich einer mit der Einheitskante gegen die dreizählige Axe symmetrischen Kante Gültigkeit behält, über die Abhängigkeit zu verschiedenen einfachen Formen gehörender Kanten von einander jedoch nichts aussagt. Jedenfalls ist nicht gestattet, (1) auf die Axe selbst anzuwenden, da dann $r$ und $o$ (Einheitskante) coincidiren werden, und es natürlich nichts Merkwürdiges hat, dass man von einer als möglich angenommenen Kante $o$ findet, dass sie, wenn auch mit einer anderen Bezeichnung ($r$), möglich ist. Der Satz von Fedorow beweist also nicht genug. Wir werden sehen, dass derjenige von Hecht zu viel beweist. Ich möchte an diesem Platze aber schon erwähnen, dass Fedorow zu einem Resultate gelangt ist, welches nach gegenwärtiger Untersuchung richtig ist, trotzdem es, wie oben gezeigt, nicht als eine zwingende Folge seiner Erörterungen betrachtet werden kann, nämlich, dass für einen bestimmten Winkel $(x_2 x_3) = (x_3 x_1) = (x_1 x_2)$ ein und nur ein rationaler Complex existirt, und dass diesem einzigen rationalen Complex auch die dreizählige Axe als Kante angehört. Dem weiter unten zu discutirenden Beweise von Hecht nach soll es aber unendlich viele rationale Complexe geben und darunter nur einen, welcher die dreizählige Axe als Kante enthält.

Wir wollen nun auf analytischem Wege einen für unseren Gegenstand wichtigen und sogar entscheidenden Satz ableiten, den wir oben physikalisch begründet haben. Aus den Verhältnissen (Liebisch, Geometr. Krystallogr. S. 75)

$$a_1 \eta_1 : a_2 \eta_2 : a_3 \eta_3$$
$$= \sin(\pi_2 \pi_3) \cos(\eta p_1) : \sin(\pi_3 \pi_1) \cos(\eta p_2) : \sin(\pi_1 \pi_2) \cos(\eta p_3) ,$$

worin $a_1$, $a_2$, $a_3$ die Axeneinheiten, $\eta_1$, $\eta_2$, $\eta_3$ die Indices einer beliebigen Kante $\eta$, $\pi_1$, $\pi_2$, $\pi_3$ die Fundamentalkantenrichtungen und $p_1$, $p_2$, $p_3$ die Normalenrichtungen der Axenebenen bedeuten, folgt für die dreizählige Axe, für welche

$$\cos(\eta p_1) : \cos(\eta p_2) : \cos(\eta p_3) = 1 : 1 : 1 ,$$

wenn man zu Fundamentalkanten die unter einander gleichgeneigten Kanten $x_1$, $x_2$, $x_3$ nimmt:

$$a_1\eta_1 : a_2\eta_2 : a_3\eta_3 = 1 : 1 : 1,$$

woraus:

$$\eta_i = \frac{1}{a_i} \qquad [i = 1, 2, 3, \ldots];$$

d. h. die **dreizählige** Axe ist rational und nur dann, wenn die Axenverhältnisse es **auch** sind. Und da dann jede durch rationale Axenschnittsverhältnisse charakterisirte Ebene oder durch rationale Coordinatenverhältnisse charakterisirte Richtung eine mögliche Fläche resp. Kante ist, so folgt hieraus, dass **für einen bestimmten Winkel** $(x_n x_{n+1})$ $[n = 1, 2, 3, \ldots]$ **der gleichwerthigen Fundamentalkanten es einen und nur einen rationalen Complex giebt, welcher zugleich die dreizählige Axe enthält; er wird durch rationale Verhältnisse der Axenabschnitte jeder seiner Flächen und der axoparallelen Coordinaten jeder seiner Kanten gekennzeichnet.**

Um unsere obige Behauptung vollständig zu begründen, bleibt noch übrig zu beweisen, dass, soll ein Complex überhaupt dreizählig axosymmetrisch sein, auch diese Bedingung der Rationalität der Axenabschnitts- und Coordinatenverhältnisse erfüllt sein muss, d. h. dass die, sonst möglicherweise verschiedenen, rationalen Complexe mit einander und mit jenem identisch sind. Dies werden wir bei der nun folgenden Kritik des Hecht-schen Beweises zeigen. Aus (1) und (3) folgt:

$$\cos(rX_1) : \cos(rX_2) : \cos(rX_3) = \frac{1}{r_1'} : \frac{1}{r_2'} : \frac{1}{r_3'};$$

und da:

$$(rX_1) = (oX_2), \quad (rX_2) = (oX_3), \quad (rX_3) = (oX_1),$$

so erhält man, indem die linke Seite mit $\sin(x_3x_1) = \sin(x_1x_2) = \sin(x_2x_3)$ multiplicirt wird:

$$\sin(x_3x_1)\cos(oX_2) : \sin(x_1x_2)\cos(oX_3) : \sin(x_2x_3)\cos(oX_1) = \frac{1}{r_1'} : \frac{1}{r_2'} : \frac{1}{r_3'}.$$

Die Ausdrücke links sind nichts Anderes, als die homogenen Coordinaten der Kante $o$, bezogen auf die Fundamentalkanten $x_2, x_3, x_1$ und die Einheitskante $o$ selbst, also mit dem Symbol [111]. Wir müssen deshalb in dem Ausdrucke der homogenen Coordinaten (Liebisch, Geometr. Krystallogr. S. 74) setzen:

$$\eta_1 = \eta_2 = \eta_3,$$

so dass:

$$\xi_1 : \xi_2 : \xi_3 = a_1 : a_2 : a_3$$

und schliesslich:

$$a_1 : a_2 : a_3 = \frac{1}{r_1'} : \frac{1}{r_2'} : \frac{1}{r_3'}.$$

Die Gleichung (3) führt also direct zu dem Schlusse, dass, damit die dreizählige Axe rational sei, die Axenverhältnisse des Complexes rational sein müssen, welches auch die Einheitskante sein möge, was mit unserem

obigen Satze übereinstimmt; und insofern ist der Beweis von Hecht richtig. Dieser Forscher behauptet aber, dass die von Fedorow aufgestellte Gleichung (1) nicht dasselbe beweise, wie (3), sondern einfach die Bedingung für die Rationalität eines durch die Kanten $x_1$, $x_2$, $x_3$, $o$ bestimmten Complexes darstelle, deren es mehrere giebt, die im Allgemeinen aber die dreizählige Axe nicht enthalten.

Wir wollen nun zeigen, dass diese Behauptung falsch ist, und dass (1) auch weiter nichts bedeutet, als die Rationalität jener Axenverhältnisse, also die Coincidenz aller rationalen Complexe in einem einzigen, welchem, wie mehrfach gezeigt, die dreizählige Axe angehört. In der That sind, wenn mit $a_1 : a_2 : a_3$ die von der Kante $o$ als Einheitskante auf $x_1$, $x_2$, $x_3$ bestimmten Axenverhältnisse bezeichnet werden, resp. durch

$$a_1,\ a_2,\ a_3 \quad \text{und} \quad a_1 r_1,\ a_2 r_2,\ a_3 r_3$$

die homogenen Coordinaten von $o\,[111]$ und $r\,[r_1 r_2 r_3]$ auszudrücken. Der Stellung von $o$ und $r$ gegen $x_1$, $x_2$, $x_3$ halber ist aber:

$$a_1 r_1 = a_2\,, \quad a_2 r_2 = a_3\,, \quad a_3 r_3 = a_1 \quad \text{und} \quad r_1 r_2 r_3 = 1\,. \tag{4}$$

Hieraus folgt weiter:

$$\frac{r_1}{r_2} = \frac{(a_2)^2}{a_3 a_1}\,, \quad \frac{r_2}{r_3} = \frac{(a_3)^2}{a_1 a_2}\,, \quad \frac{r_3}{r_1} = \frac{(a_1)^2}{a_2 a_3}$$

und:

$$(a_1)^3 : (a_2)^3 : (a_3)^3 = \frac{r_3}{r_1} : \frac{r_1}{r_2} : \frac{r_2}{r_3}$$

oder

$$a_1 : a_2 : a_3 = \sqrt[3]{\frac{r_3}{r_1}} : \sqrt[3]{\frac{r_1}{r_2}} : \sqrt[3]{\frac{r_2}{r_3}}\,.$$

Multiplicirt man die rechte Seite mit:

$$r_2 \sqrt[3]{(r_3)^2 r_1} = \sqrt[3]{\frac{r_2}{r_1}} = \sqrt[3]{(r_2)^2 r_3}\,,$$

was leicht aus (4) hervorgeht, so erhält man schliesslich

$$a_1 : a_2 : a_3 = r_2 r_3 : 1 : r_2\,,$$

ohne Benutzung der Hecht'schen Zahlen $r_1'$, $r_2'$, $r_3'$.

Dies lässt sich auch direct aus (4) ableiten, da:

$$\frac{a_2}{a_3} = \frac{1}{r_2}\,, \quad \frac{a_1}{a_3} = \frac{r_3}{1} = \frac{r_2 r_3}{r_2}$$

und schliesslich:

$$a_1 : a_2 : a_3 = r_2 r_3 : 1 : r_2\,.$$

Damit ist der zweite wichtige Satz bewiesen, welcher mit dem ersten unsere obige Behauptung ausmacht.

Der Satz von Fedorow ist richtig; Letzterer ist aber nicht weit genug

mit seinem Beweise gegangen, und da er nicht nach den Axeneinheiten suchte, so hat er nichts bewiesen. Dagegen ist Hecht, ohne sich bei denselben aufzuhalten, zu weit gegangen, und konnte deshalb nicht die wahre Lösung finden.

Das trigonale System ist also in dieser Beziehung, wie in allen, welche von der Geradzähligkeit der Hauptaxe unabhängig sind, den anderen durch eine Hauptaxe ausgezeichneten Systemen analog, d. h. es werden durch zwei nach der Hauptaxe gleichwerthige Elemente — Flächen oder Kanten — die geometrischen Constanten vollständig bestimmt, und unter den möglichen Kanten und Flächen befinden sich stets die Hauptaxe und die zu ihr normale Ebene.

---

Erst nach Uebergabe obigen Aufsatzes an die Redaction dieser Zeitschrift hatte ich das Vergnügen, eine Abhandlung von Herrn Fedorow: Das Grundgesetz der Krystallographie (diese Zeitschr. **23**, 99), zu lesen, welche, trotzdem sie uns nichts Neues bezüglich des Beweises der Rationalität trigonaler Axen auf Grund des geometrischen Gesetzes bringt, mich bewogen hat, einige Bemerkungen über die darin angeführten Ideen meinem Aufsatze hinzuzufügen.

Herr Fedorow stellt die Structurtheorien oder, wenn man will, ihren grundlegenden Gedanken an die Spitze unserer Wissenschaft und leitet daraus die beiden Hauptgesetze der Krystallographie — das Zonen- und Symmetriegesetz — deductiv ab. Jener grundlegende Gedanke der Structurtheorien — die regelmässige Vertheilung der Massenpunkte eines krystallisirten Körpers — wird von Fedorow als das Grundgesetz der physikalischen Krystallographie angesehen und schliesslich zum Hauptgesetze der Krystallographie überhaupt erhoben.

Dies dürfte aber nicht berechtigt sein. Das Zonen- oder Rationalitätsgesetz ist ein durch die Forschung vollkommen bestätigtes Erfahrungsgesetz, und wenn Fedorow glaubt, besonders wegen der Unsicherheit höherer indicirter Flächen, dass jemand daran zweifeln dürfte, so wäre die atomistische Theorie in der Chemie, mit der weit grösseren Unsicherheit der Verbindungsgewichte der Elemente, als eine auf falsche Erfahrung basirte Theorie zu bezeichnen. Diese Analogie ist aber nicht ganz treffend und die weitere Vergleichung nicht zu Gunsten der Structurtheorien. Die atomistische Vorstellung, auf jenen Erfahrungsgesetzen begründet, hat sich bald durch die einfache Erklärung mancher Thatsachen zu einer Theorie ausgebildet, welche, sich dann durch successive Aenderungen den hinzukommenden Erfahrungen anpassend, auf die weitere Forschung leitend wirkte und noch fortwirkt. Aus dem längst ausser Zweifel gesetzten Rationalitätsgesetze und der Gleichheit des physikalischen Verhaltens nach parallelen Richtungen im Krystalle ist inductiv die den Structurtheorien

zu Grunde liegende Vorstellung der regelmässigen Massenpunktvertheilung entstanden, welche aber bis zur Gegenwart das Stadium einer Hypothese nicht überschritten hat.

Das Rationalitätsgesetz war der Entstehung der sogenannten Structurtheorien nicht fremd, wie man vielleicht im Sinne der in Rede stehenden Abhandlung glauben möchte, da die den beiden consequent durchgeführten — der Bravais-Mallard'schen und der Sohncke-Schönflies'schen — Theorien vorangehende und dieselben fördernde Hauy'sche Decrescenztheorie wesentlich darauf gegründet war, ohne besondere Rücksicht auf andere physikalische Eigenschaften. Wäre es aber nicht so, und wäre das Rationalitätsgesetz als eine deductive Prüfung der jenen Theorien zu Grunde liegenden Vorstellung zu betrachten, so würde man doch nicht zugeben können, dass diesem Gesetze sein ursprünglicher Charakter eines Erfahrungserwerbnisses entzogen werde.

Ich kenne sonst keine einzige, allgemein anerkannte, unbestreitbare, deductive Prüfung irgend einer der beiden Structurtheorien und betrachte diese als nichts Materielles darbietende, rein mathematische Schöpfungen, welche dem Geiste ihrer Erfinder und Mitarbeiter die grösste Ehre machen, denen aber, wenigstens für die nächste Zeit, die krystallographische Forschung wenig Hilfe (was von einer Theorie in erster Linie zu fordern ist) zu verdanken haben wird. Auch Fedorow ist der Meinung, dass diese sogenannten Theorien einen solchen Namen nicht verdienen, wie man sich beim Lesen seiner werthvollen Abhandlung in dieser Zeitschr. **21**, 287 ff. überzeugen kann.

Bezüglich der verschiedenen Arten der Fassung des allgemeinen geometrischen Gesetzes möchte ich noch erwähnen, dass der Ausdruck durch die Doppelverhältnisse nicht mit dem sogenannten Rationalitäts- und Zonengesetze gleichbedeutend ist, wie schon daraus hervorgeht, dass ein sich auf die Elemente eines geometrischen Gebildes erster Art — des Ebenenbüschels resp. des ebenen Strahlenbüschels — beziehender Satz nicht mit einem anderen gleich extensiv und allgemein sein kann, welcher sich auf ein Gebilde zweiter Art, wie es das Bündel der Flächen und Kanten des Complexes ist, bezieht. Dem arithmetischen und dem geometrischen Ausdruck des geometrischen Grundgesetzes ist die goniometrische Fassung der Rationalität des dreifachen Verhältnisses von fünf Krystallflächen oder Kanten, wovon das Gesetz des Doppelverhältnisses einen speciellen Fall bildet, an die Seite zu stellen. Dem goniometrischen Gesetze nach verhalten sich die drei Verhältnisse der Sinus der Ecken, welche zwei Flächen (Kanten) mit je zwei von drei anderen, unter sich nicht tautozonalen Flächen bilden, wie drei rationale ganze Zahlen (Hecht, Neues Jahrb. f. Min. etc. 1888, **1**, 75).

Nun gehe ich zum Symmetriegesetze über. Wenn ich die Abhandlung

von Fedorow gut interpretirt habe, so ist sein Gedankengang folgender: Zunächst wird für die innere Structur der Krystalle die Hypothese der regelmässigen Vertheilung der Massenpunkte aufgestellt, darauf die möglichen Symmetriearten eines solchen Gitters oder Haufens untersucht, und da sie jene Symmetriearten in der That aufweisen können, so sei dadurch erst streng bewiesen, dass solche Symmetriearten für Krystalle wirklich möglich sind. Mir scheint, es wird hier aus einer reinen Hypothese, welche noch nicht einmal eine Theorie geliefert hat, wieder ein Gesetz deductiv abgeleitet und deshalb als strenger bewiesen angesehen, als durch die allein auf die Erfahrung begründete, von irgend welcher Hypothese freie geometrische Betrachtung.

Nach dem Gesetze der Symmetrie zerfallen die Krystalle in verschiedene Gruppen, welche durch die Anzahl und Vertheilung der verschiedenen Richtungen, nach welchen die physikalischen Eigenschaften qualitativ und quantitativ gleich sind, charakterisirt werden. Unter diesen Eigenschaften ist diejenige der Krystallform als Ausdruck der Gesetzmässigkeit des Wachsthums die wenigst symmetrische und deshalb für die Natur des betreffenden Körpers die bezeichnendste; woraus hervorgeht, dass auch das physikalische Gesetz der Symmetrie nach den an der Krystallform gemachten Erfahrungen formulirt werden muss und formulirt worden ist. Das Hauptkriterium des Symmetriegesetzes ist bekanntlich die einfache Form, welche trotz aller der gesetzmässigen Aeusserung dieses Kennzeichens entgegenwirkenden Nebenumständen doch zur Aufstellung der krystallographischen Symmetrielehre am meisten beigetragen hat.

Nach Fedorow's Meinung sei auch die Hypothese der regelmässigen Massenpunkt-Vertheilung nothwendig und ausreichend, nicht nur um zu beweisen, dass andere als die 32 bekannten Symmetriegruppen unmöglich sind, sondern auch, dass diese in der That möglich sind, weil sie mit obiger Hypothese vereinbar sind. Die geometrische Untersuchung der rationalen Krystallcomplexe hatte gezeigt, dass andere als jene 32 Gruppen unmöglich, diese also implicite möglich sind, indem sie mit dem die Erscheinung der einzelnen Fläche erfahrungsmässig allein beherrschenden Gesetze in Einklang stehen. Dies scheint mir mehr zu beweisen, als die Uebereinstimmung mit oder die Ableitung aus einer, wenn auch berechtigten Hypothese.

Die Structurtheorien können unmöglich das Symmetriegesetz in seiner Allseitigkeit in sich enthalten. Wählt man unter anderen Eigenschaften die Wachsthumserscheinungen, so sagt uns das erfahrungsmässige Symmetriegesetz in seiner Fassung als Grenzgesetz, welche eine lang studirte und wohlberechtigte Abstraction aus den thatsächlichen Verhältnissen darstellt, dass zum Vorhandensein einer Fläche das Vorhandensein anderer (der einfachen Form) nicht nur möglich, sondern nothwendig ist. Die genannten

Theorien erfordern die Möglichkeit, bedingen aber nicht die actuelle Verwirklichung des Phänomens.

Das geometrische Gesetz ist gewiss auch ein physikalisches, da die Krystallform keine andere als eine physikalische Eigenschaft sein kann. Es wird aber unter jenem Namen ausgeschieden als sich nur auf eine Eigenschaft beziehend, welche durch Abstraction als eine geometrische betrachtet werden kann. Gewiss sind beide Gesetze, das geometrische wie das physikalische, als welches wir das Symmetriegesetz bezeichnen, partielle Ausdrücke des inneren Wesens des krystallisirten Stoffes, können daher zur deductiven Prüfung für Hypothesen und Theorien dienen und diesen grosse Wahrscheinlichkeit verleihen, aber auf keinen Fall von solchen abgeleitet werden.

Um der Forschung eine sichere Grundlage zu liefern, muss man den Naturgesetzen ihren experimentellen Charakter lassen. Alsdann können auf dieselben immer neue fruchttragendere Hypothesen aufgebaut werden, die in unserem Falle vielleicht besser als die actuellen Structurvorstellungen zur Entwickelung der wissenschaftlichen Krystallographie beitragen werden.

Es ist sehr bedenklich, wenn in elementaren Lehrbüchern, welche besonders den Anfängern gewidmet sind, Beweise von thatsächlichen Verhältnissen, von Erfahrungsgesetzen, wie z. B. das Zonengesetz, die auch mittelst einer wohlausgebildeten Theorie verwerflich wären, auf Grund jener Structurvorstellungen gegeben werden. Solche Lehrbücher, welche von diesen Vorstellungen als unanfechtbaren Errungenschaften ausgehen und darauf die Darstellung der Krystallographie basiren, sind recht unzweckmässig; ich sehe als mustergiltige Methode diejenige an, die Prof. Liebisch in seinen zwei bekannten Werken der Krystallographie mit voller Strenge befolgt hat, und möchte, von veralteten Stellen abgesehen, diese Lehrbücher Allen empfehlen, welche ein gesundes Studium durchzuführen suchen.

---

# XIX. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

---

**1. R. Scharizer** (in Czernowitz): **Die Krystallgestalt des Diäthylresacetophenon.** Das Diäthylresacetophenon ($C_{12}H_{16}O_3$) wurde im chemischen Laboratorium der Universität in Czernowitz vom Stud. phil. A. Wechsler durch Einwirkung von überschüssigem Jodäthyl auf Resacetophenonkalium erhalten*). Nach den weitergehenderen, bisher noch nicht veröffentlichten Untersuchungen des Cand. pharm. G. Gregor dürfte die Constitutionsformel dieses Körpers unter Zugrundelegung der Kekulé'schen Benzolformel höchstwahrscheinlich folgendermassen lauten:

$$
\begin{array}{ccc}
 & C-O-C_2H_5 & \\
CH & & CH \\
CH & & C-O-C_2H_5 \\
 & C & \\
 & | & \\
 & CO.CH_3 &
\end{array}
$$

Schmelzpunkt 78° C. Die untersuchten Krystalle wurden aus der alkoholischen Lösung des Körpers durch Verdunsten an freier Luft erhalten. Sie sind farblos oder gelblichweiss und gewöhnlich nur an den Rändern vollkommen durchsichtig. Die grösseren Krystalle bergen nämlich immer in ihrer Mitte einen pyramidalen Hohlraum, der gestaltlich an die Anwachskegel mancher gesteinsbildender Augite erinnert. Die Krystalle sind sehr weich (H. = 1) und biegen sich unter dem leichtesten Drucke. Der Glanz ist gering.

Für die krystallographische Untersuchung war nur ein einziger Krystall geeignet. Derselbe wies allerdings auch keinen tadellosen Zonenverband auf, aber die an ihm auftretenden Flächen gaben bis auf eine einzige einfache, wenn auch manchmal sehr lichtschwache Signale. Auf Grund der an diesem Krystalle — derselbe ist in Fig. 1 abgebildet — vorgenommenen Messungen ist das Diäthylresacetophenon in die Klasse der asymmetrisch krystallisirenden Substanzen einzureihen.

Die krystallographischen Constanten sind:

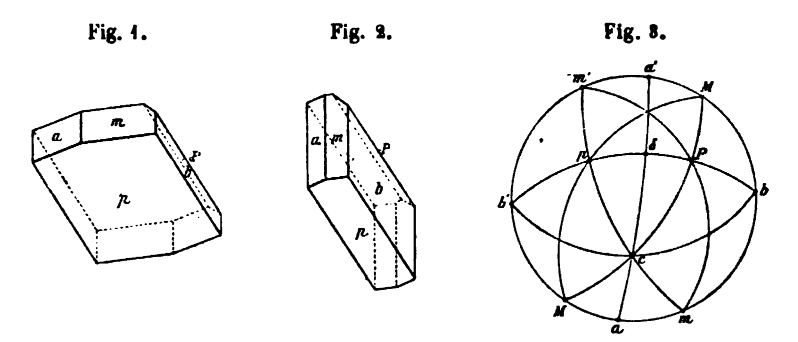
$$a : b : c = 0,5119 : 1 : 0,4796;$$
$$\alpha = 93^\circ 13', \quad \beta = 111^\circ 53', \quad \gamma = 81^\circ 31'.$$

---

*) Sitzungsber. d. Akad. d. Wiss. Wien, math.-nat. Cl. **108** (II), 181 f.

Beobachtet wurden die Formen: $a\{100\}$, $b\{010\}$, $m\{110\}$, $M\{1\bar{1}0\}$, $p\{\bar{1}\bar{1}1\}$ und $P\{\bar{1}11\}$. Der Fläche $M$ parallel ist eine ausgezeichnete Spaltungsrichtung. Weniger vollkommen ist die Spaltbarkeit nach $b$. Die meisten mir vorliegenden Krystalle sind Combinationen der Formen $b$, $p$ und $M$. Dabei bleibt es unentschieden, ob die Fläche $M$ eine natürliche Begrenzungsfläche ist, oder ob sie nur ihr häufiges Auftreten der zu ihr parallelen vollkommenen Spaltbarkeit verdankt. Denn an den flächenreicheren Krystallen, welche Combinationen von $b$, $a$, $m$, $p$ und $P$ sind, trat nie die Fläche $M$ als Krystallfläche auf. Ausserdem ist zu bemerken, dass, obwohl die Zone $bpP$ am Krystalle immer ringsum entwickelt war, immer nur eine Fläche der Form $P$ beobachtet wurde.

Die Krystalle sind nach der Kante $bp$ in die Länge gezogen und zugleich tafelartig entweder nach $b$ oder nach $p$ (Fig. 1 und 2). Fig. 3 soll in sphärischer Projection den Zonenverband der Flächen versinnlichen.




Die beobachteten und die unter Zugrundelegung der mit Sternchen bezeichneten Winkelwerthe berechneten Normalwinkel sind in der nachfolgenden Tabelle sammt den mittleren Beobachtungsfehlern und den Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung zusammengestellt.

| | | Beobachtet: | Mittlerer Fehler: | Berechnet: | Beob. — Rechn.: |
|---|---|---|---|---|---|
| $m : b$ | $= (110):(010) =$ | 70° 53′ 40″ | ± 2′ 30″ | *71° 6′ | — 12′ 20″ |
| $m : a$ | $= (110):(100) =$ | 26 44 35 | ± 1 27 | *26 45 | — 0 25 |
| $a : b'$ | $= (100):(0\bar{1}0) =$ | 82 9 15 | ± 1 35 | *82 9 | + 0 15 |
| $b' : M$ | $= (0\bar{1}0):(1\bar{1}0) =$ | 58 7 0 | ± 1 40 | 58 16 44 | — 9 44 |
| $b : M$ | $= (010):(1\bar{1}0) =$ | 122 0 0 | ± 2 40 | 121 43 16 | + 16 44 |
| $P : M$ | $= (\bar{1}11):(1\bar{1}0) =$ | 129 41 30 | ± 2 10 | 129 36 32 | + 3 58 |
| $P : a'$ | $= (\bar{1}11):(\bar{1}00) =$ | 58 47 25 | ± 2 27 | *58 47 | + 0 25 |
| $P : m'$ | $= (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}0) =$ | 73 38 35 | ± 3 15 | 73 41 21 | — 2 46 |
| $P : b$ | $= (\bar{1}10):(010) =$ | 61 53 5 | ± 1 37 | *61 53 | + 0 5 |
| $p : b'$ | $= (\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{1}0) =$ | 73 33 30 | ± 0 50 | *73 36 | — 2 30 |
| $p' : b$ | $= (11\bar{1}):(0\bar{1}0) =$ | 106 26 15 | ± 1 20 | 106 24 | + 2 15 |
| $p' : b$ | $= (11\bar{1}):(010) =$ | 73 38 0 | ± 0 40 | 73 36 | + 2 0 |
| $p : P$ | $= (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}11) =$ | 44 30 35 | ± 0 50 | 44 31 | — 0 25 |
| $p : M'$ | $= (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}10) =$ | 74 58 20 | ± 1 33 | 74 0 35 | + 57 45 |
| $p' : a$ | $= (11\bar{1}):(\bar{1}00) =$ | 116 13 5 | ± 1 5 | 117 4 27 | — 51 22 |
| $p : a'$ | $= (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}00) =$ | 62 15 0 | ± 0 50 | 62 55 33 | — 40 33 |
| $p : m'$ | $= (\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}\bar{1}0) =$ | 55 7 55 | ± 3 25 | 55 44 22 | — 36 27 |

| | Beobachtet: | Mittlerer Fehler: | Berechnet: | Beob. — Rechn.: |
|---|---|---|---|---|
| $p' : m' = (11\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}0) =$ | 123° 10′ 42″ | ± 8′ 40″ | 124° 15′ 38″ | — 1° 4′ 56″ |
| $\delta : a' = (\bar{1}01):(\bar{1}00) =$ | — | — | 58 10 49 | — |
| $\delta : b = (\bar{1}01):(010) =$ | — | — | 83 9 25 | — |
| $\delta : P = (\bar{1}01):(\bar{1}11) =$ | — | — | 21 16 25 | — |
| $\delta : p = (\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | — | — | 23 14 35 | — |
| $a : M = (100):(1\bar{1}0) =$ | — | — | 23 52 16 | — |
| $a : c = (100):(001) =$ | — | — | 62 20 36 | — |
| $b : c = (010):(001) =$ | — | — | 89 55 59 | — |
| $c : M = (001):(1\bar{1}0) =$ | — | — | 71 33 16 | — |

Die Uebereinstimmung ist eine befriedigende, wenn man von allen Winkeln absieht, welche die Flächen *m*, *M*, *a* mit *p* und *p'* bilden. Die Ursache dieser Abweichung liegt in einer Krümmung, welche die Flächen *p* und *p'* in der Richtung nach $a'(\bar{1}00)$ erfahren haben. Dies beweisen die Winkel $pa'$ und $p'a$, deren Summe 178° 28′ 5″ beträgt. In der Zone $b'b$ über *p* und *P* ist der Flächenparallelismus zwischen *p* und *p'* gut erhalten, denn $pb' + p'b' = 179° 59' 45''$.

Die optische Untersuchung beschränkte sich auf die Bestimmung der Auslöschungsschiefe auf den Flächen *b* und *p*, nach denen die Krystalle tafelartig entwickelt sind, und auf der Spaltfläche *M*. Wenn man die Abweichung des Extinctionsmaximums von der eingestellten Krystallkante, sobald dieselbe im Sinne des Uhrzeigers erfolgt, mit +, wenn sie gegen den Sinn des Uhrzeigers erfolgt, mit — bezeichnet, sind die Werthe der Auslöschungsschiefe:

auf $M = (1\bar{1}0)$ bezogen auf die Kante $Mp = + 27\frac{1}{2}°$ im Mittel
- $p = (\bar{1}\bar{1}1)$ - - - - $Mp = + 3\frac{1}{2}$ - -
- $b = (010)$ - - - - $Mb = - 5$ - -
- $b = (010)$ - - - - $Mp = - 36\frac{1}{2}$ - -

Die Doppelbrechung selbst ist sehr gering.

**2. S. L. Penfield** (in New Haven): **Anatas von Magnet Cove, Ark.** Dieses in Amerika bislang sehr seltene Mineral fand sich auf einer Brookitstufe von genanntem Fundorte. Die Kryställchen sind pyramidal durch Vorherrschen von {113}, deren Basiskanten zugeschärft werden durch schmale Flächen von {111}, während die Polkanten schmal abgestumpft sind durch {103}. Die Reflexe sind ziemlich gut.

| | Gemessen: | Berechnet: | | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|---|---|
| $(111):(\bar{1}11) =$ | 82° 6′ | 82° 9′ | $(113):(\bar{1}13) =$ | 53° 54′ | 54° 1′ |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | 82 12 | | $(\bar{1}13):(\bar{1}\bar{1}3) =$ | 53 49 | |
| $(111):(11\bar{1}) =$ | 43 22 | 43 24 | $(113):(11\bar{3}) =$ | 100 20 | 100 $5\frac{1}{2}$ |

Die Krystalle sind schwarz und metallisch glänzend; Grösse bis zu 5 mm. Sie sitzen auf einem zuckerkörnigen Albit, welcher in Drusenräumen deutliche Krystalle zeigt. Mit dem Löthrohre Titanreaction. Als Begleiter fanden sich auch einige Brookitkrystalle. Trotz alles Nachsuchens gelang es nur auf dieser einzigen Stufe den Anatas festzustellen.

**3. Derselbe: Ueber die Krystallform des Penfieldit.** Dieses Mineral, ein neues Bleioxychlorid $2PbCl_2.PbO$ von Laurium in Griechenland, wurde bekanntlich

von Genth*) im Jahre 1892 in einer seiner letzten Publicationen aufgestellt. Das Genth'sche Originalmaterial ist mir zur krystallographischen Bestimmung übergeben worden und hat die Untersuchung Folgendes ergeben: Das Mineral krystallisirt, wie bereits Genth gefunden hat, hexagonal, ohne Andeutung einer Hemiëdrie. Die Krystalle zeigen meist nur Prisma und Basis, an einzelnen treten indessen auch in kleinen Dreiecken Flächen der Pyramide II. Ordnung $\{11\bar{2}2\}$ auf, und konnte dieselbe an einem Individuum mit drei ziemlich gut spiegelnden Flächen gemessen werden. Es ergab sich der Winkel zur Basis zu 41° 53', 41° 52', 41° 55'. Wird 41° 53' als Fundamentalwinkel genommen, so wird das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,8967$.

An einzelnen Krystallen konnte eine Combination des Prismas mit einer steilen Pyramide I. Ordnung beobachtet werden, welche durch oscillatorische Combination mit dem Prisma Anlass zu einer horizontalen Streifung giebt und öfters auch ein Auslaufen des Krystalles in eine Spitze verursacht. Die hierbei erhaltenen Reflexe sind so zahlreich, dass kein Zeichen ermittelt werden konnte. Undeutliche Spaltbarkeit nach $\{0001\}$; normales Interferenzbild, Doppelbrechung positiv und fast so stark wie beim Kalkspath.

**4. S. L. Penfield** (in New Haven): **Ueber die Spaltbarkeit und Theilungsflächen beim Oligoklas und Albit.** In einer früheren Mittheilung**) habe ich den sehr klaren, glasigen Feldspath von der Hawk mica Mine bei Bakersville, Mitchell Co., N. C., beschrieben und angegeben, dass derselbe ein anomales optisches Verhalten besässe. Der Feldspath, welcher sich nur in spaltbaren Massen in einer beträchtlichen Tiefe der genannten Grube findet, gehört nach der Analyse Sperry's zum Oligoklas, da das Verhältniss der Albit- und Anorthitmolekel gleich 3,6 : 1 ist. Die damals zur Untersuchung verwendeten Stücke waren frei von Zwillingslamellen und zeigten eine vollkommene Spaltbarkeit nach der Basis und eine unvollkommene, welche für die brachypinakoidale gehalten worden war. In Platten parallel dieser zweiten Spaltbarkeit zeigte sich eine optische Axe beinahe in der Mitte des Gesichtsfeldes, während in basischen Schnitten die Auslöschungsrichtung mit der von beiden Spaltbarkeiten gebildeten Kante etwa 38°—40° betrug. Dieses optische Verhalten ist abweichend von dem des Oligoklases und das Material wurde daher als optisch anomal beschrieben. Seitdem hat aber Offret***) gezeigt, dass Oligoklas von Bakersville optisch normal ist, und um diesen Widerspruch zu lösen, habe ich die Untersuchung an neuem Material wieder aufgenommen. Darunter befanden sich nun Stücke mit der normalen Spaltbarkeit, polysynthetischer Zwillingsbildung und den optischen Eigenschaften des Oligoklases, dagegen zeigten wieder jene Stücke, welche frei von Zwillingsbildung waren, das erwähnte optisch anomale Verhalten. Aus der Untersuchung einer grossen Anzahl Fragmente ergab es sich jedoch bald, dass die zweite Spaltbarkeit nicht parallel (010) verläuft, sondern eine ungewöhnliche, nicht vermuthete Spaltbarkeit oder Theilbarkeit darstellt, der Feldspath also nicht optisch anomal ist.

Beim Oligoklas ist der Winkel $\gamma$ zwischen den Axen $\breve{a} : \bar{b}$ praktisch genommen 90° und die Auslöschungsschiefe auf der Basis + 1° oder beinahe parallel der Axe $\breve{a}$, es kann daher der Winkel von 38°—40°, welchen die Axe der grössten

*) Americ. Journ. Sc. 1892, **44**, 260.
**) Americ. Journ. Sc. 1888, **36**, 324. Ref. diese Zeitschr. **17**, 408.
***) Bull. Soc. min. de France 1890, **13**, 648. Ref. diese Zeitschr. **21**, 301.

Elasticität mit der Spaltbarkeit in einem basischen Schnitte bildet, benutzt werden, um diese letztere in Bezug auf die Seitenaxen zu orientiren. Aus vom Rath's*) Messungen wurde berechnet, dass für die Pyramide {$\bar{1}\bar{2}1$} der Winkel (001):($\bar{1}\bar{2}1$) = 92° 35', beob. a. d. abn. Spaltb. ca. 92°, und dass die Trace der Pyramide im basischen Schnitte die Kante (001):(010) oder die Richtung der $\breve{a}$-Axe unter 38° 1' durchschneidet, ungefähr übereinstimmend mit der Auslöschungsrichtung. Die Feststellung dieser besonderen Spaltbarkeit durch goniometrische Messung war, der mangelhaften Reflexe wegen, sowie wegen des Fehlens jeder anderen Fläche ausser der basischen Spaltfläche, nicht möglich. Sie ist indessen deutlich parallel einer Pyramide, und die Form ($\bar{1}\bar{2}1$) hat die erforderliche Lage, um alle beobachteten anomalen optischen Eigenschaften zu liefern. Diese anomale Spaltbarkeit, welche an vielen Stücken gut zu sehen ist, könnte möglicherweise eine Theilbarkeit secundären Ursprungs sein, hervorgerufen durch Druck.

Die Formen, welche aus dem Feldspath herausgeschlagen werden können, begrenzt von der basischen und der anomalen Spaltfläche, sowie von einer unregelmässigen, zur Basis etwa unter einem Winkel gleich $\beta$ des Feldspathes geneigten Bruchfläche, sehen völlig aus, wie die gewöhnlichen Spaltstücke des Feldspathes, durch welche Erscheinung der Irrthum hervorgerufen wurde. Eine ebenso überraschende und ungewöhnliche Eigenthümlichkeit dieses Feldspathes ist die Schwierigkeit, mit der die Spaltbarkeit nach (010) zu erzeugen ist. Unter jenen Spaltungsstücken, welche die ungewöhnliche pyramidale Theilbarkeit aufweisen, ist nicht ein einziges, welches die Spaltbarkeit nach (010) zeigt. Wohl sind einige so gebrochen, dass die Bruchfläche nahezu parallel (010) verläuft, aber diese bieten keine ebene Fläche, sondern nur die gekrümmte Oberfläche des muscheligen Bruches. Selbst wenn man, mit Hülfe der Auslöschung, die Richtung von (010) bestimmt hat, ist es dennoch sehr schwer, auf irgend eine Weise durch Schlag etc. die Spaltbarkeit zu erzeugen. Dagegen ist an allen jenen Stücken, welche polysynthetisch verzwillingt sind, die Spaltbarkeit nach (010) sehr leicht hervorzurufen. Es drängt sich daher unwillkürlich die Frage auf, ob die gute Spaltbarkeit nach (010) bei den Plagioklasen wirklich eine ursprüngliche oder nicht vielmehr die Folge einer Absonderung parallel der Zwillingsfläche ist. Sicherlich zeigen alle jene Feldspäthe mit wohlentwickelter polysynthetischer Zwillingsbildung sehr leicht die gute Spaltbarkeit, während alle jene, welche diese Zwillingsbildung nicht aufweisen, so weit ich dieselben untersuchen konnte, die Spaltbarkeit nach (010) nur mit grosser Schwierigkeit und höchst unvollkommen und abgesetzt erzeugen lassen.

Es wurde in Folge dessen auch der Albit auf seine Spaltbarkeit untersucht und dabei folgende Eigenthümlichkeiten beobachtet. Zur Untersuchung diente ein grosser Krystall von Amelia, Va., der von Quarz und Muscovit begleitet war. Der Krystall ist verzwillingt nach dem Karlsbader und Albitgesetze ähnlich Fig. 7 S. 328 in Dana's Mineralogy und erreicht etwa 70 mm in der Richtung der $a$- und $c$-Axe. An demselben fanden sich zwei Zwillingspartien reichlich 6 mm breit, völlig glasig und klar, frei von Sprüngen und Zwillingslamellen. Der Krystall war mit dem Brachypinakoid fest an Quarz angewachsen, und beim Abtrennen von Spaltungsstücken erwiesen sich dieselben immer begrenzt von der basischen Spaltbarkeit und von Flächen parallel dem Prisma $m${110} und der Pyramide $o${$\bar{1}\bar{1}1$}. Diese letzteren haben völlig das Aussehen einer vollkommenen Spaltbarkeit und finden sich oft angedeutet durch Sprünge, welche ganz oder theil-

*) Pogg. Ann. 1869, 138, 464; auch Dana »System« 6th edit. 332.

weise das Fragment durchsetzen. Es konnten folgende Messungen erhalten werden, wobei die Reflexe, besonders jene von (110), ganz scharf waren:

$c:m = (001):(110) = 65^0 10'$, Mittel aus fünf unabhängigen Messungen, schwankend zwischen $65^0 7' — 65^0 12'$,

$c:o = (001):(\bar{1}\bar{1}1) = 57\ 50$ und $57^0 33\frac{1}{2}'$.

Die berechneten Werthe giebt Dana zu $c:m = 65^0 17'$ und $c:o = 57^0 49'$. Die Theilbarkeit nach *m* wurde ausserdem an einer Anzahl Stellen des Stückes, wo dieses Bruch zeigte, wahrgenommen. Dagegen misslang der Versuch gänzlich, an den abgespaltenen Stücken Spaltbarkeit nach denselben Flächen auf die gewöhnliche Weise zu erzeugen; es ist demnach die Theilbarkeit nach *m* und *o* keine wahre Spaltbarkeit. Sie scheinen gewissen Sprüngen im Krystalle zu folgen, oder sie sind veranlasst durch eine besondere Spannung, welcher die Fragmente beim Abbrechen vom Quarz unterworfen wurden. Die Theilbarkeit nach (110) und ($\bar{1}\bar{1}1$) kann an diesem Material sehr leicht durch Druck in der Richtung der *b*-Axe hervorgerufen werden, z. B. beim Pressen zwischen Bleiplatten in einem Schraubstock. Nach Lehmann (diese Zeitschr. **11**, 612) resultirt eine Theilbarkeit parallel (110) bei der Contraction, hervorgerufen durch plötzliches Abkühlen erwärmter Stücke von Albit. Ein ähnliches Resultat erhielt ich ebenfalls, doch wurde niemals die Theilbarkeit parallel ($\bar{1}\bar{1}1$) beobachtet.

Versuche mit dem Oligoklas von Bakersville sowohl mit Pressen als mit plötzlichem Abkühlen lieferten keine auf bestimmte Richtungen beziehbare ebene Flächen.

Es ergiebt sich daher, dass die Cohäsionsverhältnisse der Plagioklase beträchtliche Schwankungen zeigen können. Die basische Spaltbarkeit ist stets vollkommen; diejenige nach dem Brachypinakoid ist gewöhnlich deutlich, doch ist sie zuweilen auch unvollkommen und schwer hervorzurufen, ganz besonders wenn polysynthetische Zwillingslamellen nicht vorhanden sind. Unter gewissen Druckbedingungen erhält man Theilflächen parallel (110) oder ($\bar{1}\bar{1}1$), welche völlig das Aussehen von Spaltungsflächen besitzen, während die Theilbarkeit in anderer Richtung, wie z. B. beim Oligoklas von Bakersville, als unvollkommene und unterbrochene Spaltbarkeit erscheint.

**5. A. Osann** (in Heidelberg): **Ueber Cerussit vom Cabo de Gata.** In einer früheren Mittheilung »Ueber den geologischen Bau des Cabo de Gata« (Zeitschr. d. deutsch. geol. Gesellsch. **43**, 323) wurden auch kurz die Erzgänge erwähnt, welche in den jungeruptiven Gesteinen des Gabo de Gata-Gebietes auftreten. Die reichen Erzgänge von Mazarron, die zu einer sehr bedeutenden Bergindustrie Veranlassung gegeben haben, sowie ein Theil der Gänge, welche östlich von Carthagena z. B. am Cabezo Rojado abgebaut werden, setzen in Andesiten und Daciten auf. In der Sierra del Cabo selbst sind es wesentlich zwei erzreiche Districte, einer im Südwesten in der Umgebung des Sabinal (circa 40 km nordöstlich Almeria) und einer im Nordosten in der Umgebung von Rodalguilar, in welchen Blei, Zink und Manganerze gewonnen werden. Die Erzgänge durchsetzen stets nur die älteren Hornblende- und Glimmerandesite, sowie die Dacite, treten dagegen nicht in den jüngeren Lipariten und Hypersthen-Augitandesiten auf. Ihr Streichen ist in der Sierra del Cabo, wie eine Statistik von Donayre ergiebt, ein wesentlich in NO-SW gerichtetes.

Die hier zu beschreibenden Cerussitkrystalle wurden von mir auf der Grube »Dos y quatro amijos« gesammelt, der im Besitze der deutschen Gesellschaft

Stolberg und Westphalen befindlichen und wohl bedeutendsten Grube der ganzen Sierra. Die hier abgebauten Gänge führen Zink und Bleierze, in den oberen Teufen wesentlich Carbonate, in den tieferen Bleiglanz und Blende. Die gesammelten Cerussite sassen in Höhlen und Taschen von zerfressenem Bleiglanz als Neubildungen. Eine ältere Cerussitbildung füllt die Hauptmasse dieser Räume von den Wänden her aus, sie besteht aus locker verbundenen Körnern und einem verfilzten Aggregat feiner Krystallnadeln. Auf ihr sitzen als jüngere Generation bis $1\frac{1}{2}$ cm grosse meist rundum ausgebildete Krystalle, welche sehr lose, oft nur durch wenige Nädelchen mit der Hauptmasse verbunden sind.

Diese Krystalle sind dadurch von Interesse, dass sie fast ausschliesslich Zwillinge nach dem Brachyprisma $\infty\breve{P}3(130)$ von Pfeilspitzen ähnlichem oder herzförmigem Habitus bilden. Einfache Krystalle und Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze, Zwillingsfläche $\infty P(110)$, sind sehr selten.

Unter den Krystallen kann man zwei Typen unterscheiden; der weitaus verbreitetste ist domatisch entwickelt, die Krystalle sind nach $\breve{a}$ verlängert durch Vorherrschen des Domas $\breve{P}\infty(011)$ und sämmtlich Zwillinge nach $\infty\breve{P}3(130)$. Bei dem zweiten, viel selteneren Typus herrscht $\infty\breve{P}\infty(010)$ vor, die Domen treten zurück, bei ihm kommen einfache Krystalle und Zwillinge nach $\infty P(110)$ vor.

Die an einer Reihe von Krystallen beobachteten Formen sind die folgenden: $\infty\breve{P}\infty\{010\}$, $\infty\bar{P}\infty\{100\}$, $0P\{001\}$, $\infty P\{110\}$, $\infty\breve{P}3\{130\}$, $\frac{1}{2}\breve{P}\infty\{012\}$, $\breve{P}\infty\{011\}$, $2\breve{P}\infty\{021\}$, $3\breve{P}\infty\{031\}$, $\frac{1}{2}\bar{P}\infty\{102\}$, $P\{111\}$, $\frac{1}{2}P\{112\}$, $2\bar{P}2\{211\}$, $2\breve{P}2\{121\}$.

Die Flächenbeschaffenheit ist mit wenig Ausnahmen eine vorzügliche, nur die steileren Brachydomen und das Brachypinakoid sind horizontal gestreift und gehen an manchen Krystallen in eine einzige gerundete und stark gestreifte Fläche über. Es stimmen daher auch, wie beifolgende Tabelle zeigt, die gemessenen Winkel recht gut mit den von Kokscharow angegebenen überein.

| | Gemessen: | Kokscharow: |
|---|---|---|
| (001):(012) = | 19° 51′ | 19° 52′ 30″ |
| (001):(011) = | 35 54 | 35 52 1 |
| (001):(021) = | 55 17 30″ | 55 20 2 |
| (001):(031) = | 65 18 | 65 14 54 |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 62 48 | 62 45 50 |
| (100):(130) = | 61 22 | 61 20 40 |
| (001):(102) = | 30 38 | 30 39 12 |
| (110):(111) = | 35 45 | 35 45 48 |
| (001):(112) = | 34 46 | 34 46 7 |
| (102):(112) = | 17 15 | 17 16 30 |
| (100):(211) = | 27 31 | 27 29 54 |
| (110):(121) = | 33 40 30 | 33 39 26 |
| (111):(121) = | 18 0 | 18 0 7 |

Die Zwillingsbildung nach $\infty\breve{P}3(130)$ ist dadurch charakterisirt, dass die mit einander verwachsenen Individuen die Prismenzone gemeinsam haben, dabei bildet

(110) (Kryst. I) mit (1$\bar{1}$0) (Kryst. II) = 174° 32′,
nach Kokscharow = 174 32 50″;
(111) (Kryst. I) mit (1$\bar{1}$1) (Kryst. II) = 175 34
nach Kokscharow = 175 34 36.

Aus dem Winkel $(110):(1\bar{1}0) = 174^0 32'$ berechnet sich die Neigung der $\breve{a}$-Axe der beiden Individuen zu $57^0 18'$. Aus dem Winkel, welchen Kokscharow für die Neigung $(010):(130) = 28^0 39' 20''$ angiebt, berechnet sich $\breve{a} : \breve{a}_1 = 57^0 18' 40''$. In ihrem Habitus gleichen die Zwillinge ausserordentlich den von Pirsson aus der Redcloud-Mine in Arizona abgebildeten (siehe auch Dana, Mineralogy p. 1030, Fig. 1).

6. J. W. Retgers (im Haag): **Ueber die Dimorphie des Natriumchlorats.** — E. Mallard*) hat bekanntlich vor mehreren Jahren nachgewiesen, dass das chlorsaure Natrium ($NaClO_3$) dimorph ist, indem ausser der gewöhnlichen stabilen regulären Modification noch eine labile doppeltbrechende (wahrscheinlich hexagonal-rhomboëdrische) Form auftreten kann.

Lässt man einen Tropfen einer concentrirten wässerigen $NaClO_3$-Lösung auf einem Objectglase eindampfen, so bilden sich in der Salzkruste im Anfange stark doppeltbrechende Theile, welche jedoch bald in die einfachbrechende Modification umgewandelt werden. Die ganze Erscheinung ist also vollkommen der Bildung der labilen (rhomboëdrischen) Modification des Kalisalpeters analog.

Vor einiger Zeit hat jedoch G. Wyrouboff**) behauptet, dass, wenn das angewendete $NaClO_3$ absolut chemisch rein ist, nur die isotrope stabile Modification auftritt, und dass die von Mallard beobachteten doppeltbrechenden Partien***) sich nur bei Anwesenheit eines geringen Gehaltes (etwa 1 %) von Kaliumchlorat bilden. Weil das im Handel befindliche Salz gewöhnlich geringe Verunreinigung mit $KClO_3$ zeigt, wird dieser die Mallard'sche Beobachtung zugeschrieben.

Da ich bei Gelegenheit meiner früheren Untersuchungen über die Isomorphieverhältnisse zwischen Kaliumchlorat und Natriumchlorat †) mehrmals die Beobachtung Mallard's wiederholt und in zahlreichen Fällen das doppeltbrechende labile $NaClO_3$ erhalten habe, so veranlasste mich die Wyrouboff'sche Bemerkung, das Salz auf seine Reinheit zu prüfen und die Beobachtungen nochmals zu wiederholen.

Das reine Handelssalz, als Natrium chloricum puriss. aus der chemischen Fabrik von Trommsdorff in Erfurt bezogen, wurde zweimal umkrystallisirt. Weil die Chlorate des Natriums und des Kaliums bekanntlich sehr stark in der Löslichkeit differiren, muss ein derartiges Umkrystallisiren rasch das vollkommen reine Salz ergeben. Die mikrochemische Prüfung zeigte auch das Salz als absolut kalifrei. Ein ungefähr erbsengrosser Würfel des reinen $NaClO_3$ wurde in stark verdünnter Platinchloridlösung langsam gelöst. Unter dem Mikroskope zeigte sich während und nach der Lösung keine Spur von $K_2PtCl_6$. Weil bekanntlich diese Reaction äusserst empfindlich ist (nach Behrens kann man dadurch noch 0,6 Tausendstel Milligramm $K_2O$ nachweisen), kann man das umkrystallisirte $NaClO_3$ sicher als absolut kalifrei betrachten ††).

Lässt man die Lösung des reinen Salzes auf einem Objectträger verdampfen,

---

*) Bull. soc. min. 1884, **7**, 349. Ref. diese Zeitschr. **11**, 654.

**) Bull. soc. min. 1890, **13**, 228. Ref. diese Zeitschr. 1893, **21**, 279.

***) Welche nach Wyrouboff nicht rhomboëdrisch, sondern zweiaxig (monoklin) sind.

†) Zeitschr. f. physik. Chemie 1890, **5**, 447. Ref. diese Zeitschr. **19**, 629.

††) Eine Spur $KClO_3$ in die Lösung gebracht gab sofort eine reichliche Bildung der gelben $K_2PtCl_6$-Oktaëder.

so beobachtet man unter dem Mikroskope im polarisirtem Lichte sehr oft die doppeltbrechenden Partien, welche sich bald in das reguläre Salz umsetzen.

Die Bildung tritt jedoch nicht immer auf. Sobald sich nur eine Spur des stabilen Salzes gebildet hat, kann das doppeltbrechende Salz nicht entstehen. — Am besten operirt man wie folgt: Man betupft ein Objectglas mit zahlreichen kleinen Tröpfchen der reinen $NaClO_3$-Lösung und erwärmt es bei gelinder Hitze. Sobald sich die ersten Salzkrustchen zeigen, bringt man das Objectglas zwischen gekreuzte Nicols. Fast sicher trifft man so bei einigen Tropfen die anisotrope Modification an, die ja sehr leicht wegen ihrer starken Doppelbrechung in's Auge fällt. Gewöhnlich wird sie sehr rasch umgesetzt, wobei sich die reguläre Modification wie ein schwarzer Schleier über den hellen Partien ausbreitet.

Die Bildung der doppeltbrechenden $NaClO_3$-Modification tritt also entschieden bei vollkommen reinem Salze auf und ist nicht gebunden an die Anwesenheit geringer Spuren von $KClO_3$.

Die Bildung der labilen Form ist jedoch bei $NaClO_3$ bedeutend unsicherer als bei $KNO_3$, wo die Rhomboëder fast ausnahmslos im Anfang am Rande des Tropfens entstehen. Ob die zweite Modification des $NaClO_3$ selbst so äusserst instabil ist, oder ob die Uebersättigung der Lösung, welche unzweifelhaft zu ihrer Bildung nöthig ist, so viel schwieriger auftritt als bei $KNO_3$, mag dahingestellt bleiben. — Ob »Lösungsgenossen«*) wie $KClO_3$, $KNO_3$, $AgNO_3$, $NaNO_3$, indem sie vielleicht die Uebersättigung der $NaClO_3$-Lösung befördern, auch die Bildung der labilen Modification dieses Salzes begünstigen und so den von Wyrouboff nachgewiesenen Einfluss erklären könnten, wäre durchaus nicht unmöglich.

---

Schliesslich sei mir noch die Bemerkung erlaubt, dass mir nicht nur die Isomorphie, sondern auch die Isodimorphie von $KClO_3$ und $NaClO_3$ fraglich erscheint, indem diese beiden Erscheinungen zwischen zwei derartig einfachen Salzen des Kaliums und des Natriums**) nach meiner Ansicht niemals vorkommen werden.

Lässt man beide Salze aus einer gemeinschaftlichen wässerigen Lösung krystallisiren, so treten in beiden Arten zugleich in der Lösung gebildeter Krystalle (welche also nothwendigerweise das Maximum der gegenseitigen Beimischung zeigen müssen) höchstens nur Spuren von Mischung auf, welche man an ausgesuchten einschlussfreien Krystallen kaum mikrochemisch nachzuweisen im Stande ist, wie ich dies früher beschrieb***). Von einer richtigen isodimorphen Mischung, wie z. B. zwischen $NaClO_3$ und $AgClO_3$, ist hierbei keine Rede. — Nach meiner Ansicht ist es deshalb auch besser, die Formen beider Salze als krystallographisch unabhängig zu erklären und nicht, wie anfangs Mallard †), das monokline $KClO$, als »isomorph« mit dem regulären $NaClO_3$, weil beide ein »réseau à peu près cubique« besitzen, oder wie später Wyrouboff ††), das labile $NaClO_3$ als isomorph mit dem stabilen $KClO_3$ zu betrachten.

Einen ganz analogen Fall haben wir bei den Nitraten des Kaliums und Natriums, welche beide Salze noch allgemein als isodimorph betrachtet werden auf Grund der Formübereinstimmung der labilen $KNO_3$-Rhomboëder mit den stabilen $NaNO_3$-Rhomboëdern. Wie ich früher †††) zeigte mischen sich beide Nitrate

---

*) Der von H. Vater (diese Zeitschr. 1893, **21**, 433) eingeführte Ausdruck.

**) Nur bei complicirteren Kalium- und Natriumsalzen, wie *K*- und *Na*-Alaun, kann Isomorphie auftreten.

***) Zeitschr. f. physik. Chemie 1890. **5**, 447.

†) Bull. soc. min. 1884, **7**, 368. ††) Bull. soc. min. 1890, **13**, 229.

†††) Zeitschr. f. physik. Chemie 1889, **4**, 620.

nur in Spuren, während man auf Grund der Form-Analogie gerade eine sehr reichliche Mischung erwartet haben würde. — Ich betrachtete damals, in Uebereinstimmung mit der herrschenden Ansicht, die beiden Nitrate als isodimorph, habe dies jedoch später wiederum stark in Zweifel gezogen. Ich glaube, dass hier ebenso wenig wie zwischen *KCl* und *NaCl* — welche auch grosse Formanalogie zeigen, jedoch sich ebenfalls kaum in Spuren mischen — echte Isomorphie herrscht. Eine solche ist — wie gesagt — noch niemals zwischen (einfachen) *K*- und *Na*-Salzen nachgewiesen. Ob man die Formübereinstimmung zwischen dem labilen $KNO_3$ und dem stabilen $NaNO_3$ einer Morphotropie oder einem Zufall zuschreiben muss, ist eine noch sehr discutable Frage. Vielleicht wäre die richtige Erklärung, das Rhomboëder mit einem Endkantenwinkel von ungefähr 74° als eine der von krystallisirten Körpern im Allgemeinen bevorzugte Form zu betrachten, also als eine der vorzugsweise auftretenden Gleichgewichtslagen der Moleküle; ebenso wie das Rhomboëder von ungefähr 90° Polkantenwinkel auch recht häufig auftritt*), ohne dass man hier zu mehr oder weniger gekünstelten Deutungen von Isomorphie oder Morphotropie zu greifen braucht. Das Rhomboëder von 73°—75° tritt ja bekanntlich auch bei Calcit, Dolomit und Magnesit auf, ohne dass hier echte Isomorphie herrscht. Früher schrieb ich diese Formanalogie der Morphotropie zu**), komme aber immer mehr davon zurück, finde die Erklärung als »allgemein bevorzugte Krystallform« zutreffender, und möchte die Erscheinung der Morphotropie mehr auf chemisch complicirtere Verbindungen beschränkt sehen, wo deutlich ein gemeinschaftlicher Molekularkern auftritt, wie bei den Wolframiaten und Borowolframiaten von Marignac und Klein und besonders bei den Glimmer-, Chlorit- und Talkgruppen***), welcher Ansicht sich neuerdings auch R. Brauns†) angeschlossen hat. Dass solche Schwankungen in den Ansichten, wo es sich um derartig mangelhaft definirte Begriffe wie die der Morphotropie handelt, möglich, ja unvermeidlich sind, wird Jeder, der sich mit ähnlichen Fragen beschäftigt hat, einsehen. Auch hier schliesse ich mich völlig der Arzruni'schen Ansicht††) an, dass die Morphotropie bei der Behandlung krystallo-chemischer Probleme nicht wegzuleugnen ist, und kann mich deshalb mit der neuerdings auf's Neue von Wyrouboff†††) betonten entgegengesetzten Meinung nicht einverstanden erklären.

*) Zeitschr. f. physik. Chemie 1892, **9**, 401.
**) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1891, **1**, 146, 157.
***) Zeitschr. f. physik. Chemie 1890, **6**, 202—204.
†) Neues Jahrb. f. Mineralogie 1894, **1**, 242.
††) Physikalische Chemie der Krystalle 1893, S. 296—297.
†††) Bull. soc. min. 1893, **16**, 230.

# XX. Auszüge.

**1. P. von Jeremejeff** (in St. Petersburg): **Astrachanit (Blödit, Simonyit) von den Salzseen des Astrachan'schen Gouvernements** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellschaft, Ser. II, 1891, **28**, 430—449). — J. John war der erste, welcher dieses Mineral mit einem Namen — Blödit — bezeichnete; doch meint der Verf., dass es auch als Astrachanit benannt werden kann in Folge dessen, dass im Astrachan'schen Gouvernement die Ablagerungen dieses Minerals besonders mächtig angetroffen werden, sowie dass die letzte Benennung seit jeher in Russland diesem Mineral beigelegt ist. Die vom Verf. untersuchten Krystalle stammen meistentheils von den Salzseen: Bai-Schagyr, Tleu, Schar-Schagyr, Gansga und Birütscheck. Ausserdem ist Astrachanit in den Kirgisen-Steppen bei den Salzseen: Tagaberde, Bus-dag, Malyi Corduan, und in den Kalmycken-Steppen bei den Salzseen: Malinowsk, Boljschoi Dobgyn-Chack und Malyi Basin angetroffen worden.

Astrachanit bildet Aggregate verschieden grosser Individuen, die manchmal farblos, öfters weisslichgrau und hellgrau mit einem Stich in's Röthliche gefärbt sind. In den unregelmässigen Hohlräumen dieser Aggregate werden Drusen von farblosen, stark glänzenden und ausgezeichnet gut ausgebildeten Krystallen getroffen, die 0,5 bis 1,5 cm messen. Die vom Verf. gemessenen Flächenwinkel stehen den von vom Rath, P. Groth und C. Hintze an den Blöditkrystallen von Stassfurt ermittelten sehr nahe. Die Messungen des Verfs. ergaben:

$$\acute{a} : \bar{b} : \acute{c} = 1,349385 : 1 : 0,670455; \quad \beta = 79^0\, 22'\, 30''.$$

Also die Länge der $\acute{a}$-Axe ist zweimal so gross, als diejenige der $\acute{c}$-Axe. In Folge dessen scheinen die Flächenwinkel $(011)(d):(010)(b)$ und $(210)(n):(010)(b)$ fast ganz gleich, wie es G. vom Rath schon früher betont hatte, folglich nähern sich die Astrachanitkrystalle dem rhombischen Systeme, obgleich sie in der That monosymmetrisch sind.

Der Verf. fügt folgende Tabelle der gemessenen, sowie berechneten Winkelwerthe bei, indem die Mehrzahl der von anderen Forschern gegebenen Winkel auf Grund ihrer Beobachtungen vom Verf. berechnet sind.

Das verticale Prisma $\infty R \frac{5}{4}(450)(\tau)$ ist vom Verf. zuerst beobachtet.

| | v. Jeremejeff. Gemessen: | v. Jeremejeff. Berechnet: | P. Groth und C. Hintze: | G. vom Rath: |
|---|---|---|---|---|
| **Zone: *c, p, m, y, u, w.*** | | | | |
| $(001)(c):(111)(p)$ = | 36° 55′ 10″ | 36° 55′ 10″ | — | 36° 55′ 30″ |
| $:(110)(m)$ = | — | 83 37 36 | 83° 37′ 6″ | 83 33 36 |
| $:(22\bar{1})(y)$ über $(m)$ = | — | 116 28 11 | — | 116 23 0 |
| $:(11\bar{1})(u)$ = | — | 137 55 17 | — | 137 51 |
| $:(11\bar{2})(w)$ = | — | 156 44 37 | — | — |
| $(111)(p):(110)(m)$ = | 46 40 50 | 46 42 26 | 46 42 6 | 46 38 15 |
| $:(22\bar{1})(y)$ über $(m)$ = | — | 79 33 1 | 79 37 24 | 79 27 50 |
| $:(11\bar{1})(u)$ = | — | 101 0 7 | — | 100 59 47 |
| $:(11\bar{2})(w)$ = | — | 119 49 27 | — | 119 49 7 |
| $:(00\bar{1})(c)$ = | — | 143 4 50 | — | 143 4 21 |
| $(110)(m):(22\bar{1})(y)$ = | 32 52 25 | 32 50 35 | 32 55 18 | 32 54 26 |
| $:(11\bar{1})(u)$ = | 54 14 35 | 54 17 41 | 54 11 6 | 54 21 32 |
| $:(11\bar{2})(w)$ = | — | 73 7 1 | 73 7 24 | 73 10 52 |
| $:(00\bar{1})(c)$ = | — | 96 22 24 | 96 22 54 | 96 26 15 |
| $(22\bar{1})(y):(11\bar{1})(u)$ = | 21 29 15 | 21 27 6 | 21 23 54 | 21 32 17 |
| $:(11\bar{2})(w)$ = | — | 40 16 27 | 40 20 12 | 40 21 37 |
| $:(00\bar{1})(c)$ = | — | 63 31 49 | 63 31 49 | 63 37 0 |
| $(11\bar{1})(u):(11\bar{2})(w)$ = | 18 46 30 | 18 49 20 | 18 56 18 | 18 52 45 |
| $:(00\bar{1})(c)$ = | 42 7 20 | 42 4 43 | 42 11 48 | 42 9 0 |
| $(11\bar{2})(w):(00\bar{1})(c)$ = | 23 17 10 | 23 15 23 | 23 15 30 | 23 16 15 |
| **Zone: *a, p, d, u, s, t.*** | | | | |
| $(100)(a):(111)(p)$ = | 60 4 10 | 60 4 15 | 60 3 36 | 59 58 40 |
| $:(011)(d)$ = | — | 81 8 36 | 81 7 48 | 81 3 40 |
| $(111)(p):(011)(d)$ = | 21 3 50 | 21 4 21 | 21 4 12 | 21 5 0 |
| $(100)(a):(\bar{1}11)(u)$ = | — | 104 47 33 | 104 41 39 | 104 45 0 |
| $:(\bar{2}11)(s)$ = | — | 124 22 14 | 123 24 39 | 124 21 40 |
| $:(\bar{3}11)(t)$ = | — | 137 49 37 | 137 39 39 | 137 50 0 |
| $(011)(d):(\bar{1}11)(u)$ = | 23 35 35 | 23 38 57 | 23 33 42 | 23 42 0 |
| $:(\bar{2}11)(s)$ = | — | 43 13 38 | 43 16 42 | 43 18 0 |
| $:(\bar{3}11)(t)$ = | — | 56 41 1 | — | 56 46 20 |
| $:(\bar{1}00)(a)$ = | — | 98 51 24 | 98 52 3 | 98 56 20 |
| $(\bar{1}11)(u):(\bar{2}11)(s)$ = | 19 36 15 | 19 34 41 | 19 33 0 | 19 36 40 |
| $:(\bar{3}11)(t)$ = | — | 33 2 4 | — | 33 5 0 |
| $:(\bar{1}00)(a)$ = | — | 75 12 27 | 75 18 21 | 75 15 0 |
| $(\bar{2}11)(s):(\bar{3}11)(t)$ = | 13 26 20 | 13 27 23 | 13 25 0 | 13 28 20 |
| $:(\bar{1}00)(a)$ = | 55 34 30 | 55 37 46 | — | 55 38 20 |
| $(\bar{3}11)(t):(\bar{1}00)(a)$ = | 42 8 35 | 42 10 23 | — | 42 10 0 |
| **Zone: *b, y, s, q.*** | | | | |
| $(010)(b):(\bar{2}21)(y)$ = | 44 1 30 | 44 0 40 | 44 10 0 | 43 58 0 |
| $:(\bar{2}11)(s)$ = | — | 62 38 8 | 62 34 36 | 62 36 0 |
| $:(\bar{2}01)(q)$ = | — | 90 0 0 | 90 0 0 | 90 0 0 |
| $(\bar{2}21)(y):(\bar{2}11)(s)$ = | 18 32 40 | 18 37 28 | 18 34 36 | 18 38 0 |

| | v. Jeremejeff. Gemessen: | v. Jeremejeff. Berechnet: | P. Groth und C. Hintze: | G. vom Rath: |
|---|---|---|---|---|
| $(\bar{2}21)(y):(\bar{2}01)(q)$ = | 45° 56′ 45″ | 45° 59′ 20″ | 45° 50′ 0″ | 46° 2′ 0″ |
| $:(\bar{2}\bar{2}1)(y)$ = | — | 91 58 40 | — | 92 4 0 |
| $(\bar{2}11)(s):(\bar{2}01)(q)$ = | 27 20 35 | 27 21 52 | 27 25 24 | 27 24 0 |
| $:(\bar{2}\bar{1}1)(s)$ = | — | 54 43 44 | 54 50 48 | 54 48 0 |
| **Zone: *b, z, o, p*.** | | | | |
| $(010)(b):(131)(z)$ = | 31 12 45 | 31 10 14 | 31 10 24 | 31 10 0 |
| $:(121)(o)$ = | 42 14 25 | 42 13 13 | 42 15 36 | 42 12 30 |
| $:(111)(p)$ = | — | 61 8 38 | 61 8 48 | 61 8 30 |
| $(111)(p):(1\bar{1}1)(p)$ = | 57 42 20 | 57 42 44 | 57 42 30 | 57 43 0 |
| $(131)(z):(121)(o)$ = | 11 0 50 | 11 2 59 | 11 6 36 | 11 2 30 |
| $:(111)(p)$ = | 29 55 45 | 29 58 24 | 30 19 42 | 29 58 30 |
| $:(1\bar{3}1)(z)$ = | — | 117 39 32 | 118 22 0 | 118 40 0 |
| $(121)(o):(111)(p)$ = | 18 56 10 | 18 55 25 | 18 53 12 | 18 56 0 |
| $:(1\bar{2}1)(o)$ = | — | 95 33 34 | 95 28 48 | 95 35 0 |
| **Zone: *a, o, e, x*.** | | | | |
| $(100)(a):(021)(o)$ = | — | 67 29 33 | 67 24 55 | 67 26 0 |
| $:(021)(e)$ = | — | 83 36 4 | 83 35 31 | 83 32 45 |
| $:(\bar{1}21)(x)$ = | — | 100 45 42 | 100 45 15 | — |
| $(121)(o):(021)(e)$ = | 16 3 30 | 16 6 31 | 16 10 36 | 16 6 45 |
| $:(\bar{1}21)(x)$ = | 33 18 25 | 33 16 9 | 33 20 20 | — |
| $(021)(e):(\bar{1}21)(x)$ = | 17 7 50 | 17 9 38 | 17 9 44 | — |
| **Zone: *a, q, c*.** | | | | |
| $(100)(a):(20\bar{1})(q)$ = | 50 30 30 | 50 31 48 | — | 50 31 30 |
| $:(00\bar{1})(c)$ = | — | 100 37 30 | 100 38 18 | 100 43 42 |
| $(20\bar{1})(q):(00\bar{1})(c)$ = | 50 6 15 | 50 5 42 | 50 6 0 | 50 12 0 |
| $:(\bar{1}00)(a)$ = | — | 129 28 12 | — | 129 48 0 |
| **Zone: *b, e, d, c*.** | | | | |
| $(010)(b):(021)(e)$ = | 37 9 35 | 37 11 25 | 37 11 24 | 37 9 15 |
| $:(011)(d)$ = | 56 37 10 | 56 37 0 | 56 35 0 | 56 35 0 |
| $:(001)(c)$ = | — | 90 0 0 | 90 0 0 | 90 0 0 |
| $(021)(e):(011)(d)$ = | 19 22 50 | 19 25 35 | 19 25 36 | 19 25 45 |
| $:(001)(c)$ = | — | 52 48 23 | 52 48 19 | 52 50 45 |
| $:(0\bar{2}1)(e)$ = | — | 105 37 10 | 105 37 6 | 105 41 30 |
| $:(0\bar{2}\bar{1})(e)$ = | — | 74 22 50 | — | 74 18 30 |
| $(011)(d):(001)(c)$ = | 33 25 5 | 33 23 0 | 33 22 58 | 33 25 0 |
| $:(0\bar{1}1)(d)$ = | — | 66 46 0 | 66 45 56 | 66 50 0 |
| $:(0\bar{1}\bar{1})(d)$ = | — | 113 14 0 | 113 14 4 | 113 10 0 |
| **Zone: *a, λ, n, l, m, τ, ν, b*.** | | | | |
| $(3\bar{1}0)(\lambda):(310)(\lambda)$ über $(a)$ = | 47 39 35 | 47 41 56 | 47 41 48 | 47 41 0 |
| $(100)(a):(310)(\lambda)$ = | 23 52 30 | 23 50 58 | 23 50 54 | 23 50 30 |
| $:(210)(n)$ = | 33 34 50 | 33 32 58 | 33 32 54 | 33 32 30 |
| $:(320)(l)$ = | — | 41 28 55 | 41 28 51 | 41 28 20 |

| | v. Jeremejeff. Gemessen: | v. Jeremejeff. Berechnet: | P. Groth und C. Hintze: | G. vom Rath: |
|---|---|---|---|---|
| (100)(a):(110)(m) = | 36°57′15″ | 37° 0′59″ | 36°59′54″ | 37° 1′30″ |
| :(450)(τ) = | — | 58 54 5 | — | — |
| :(120)(ν) = | — | 69 20 36 | 69 20 30 | 69 20 15 |
| :(010)(b) = | — | 90 0 0 | 90 0 0 | 90 0 0 |
| (310)(λ):$(\bar{3}10)$(λ) über (b) = | 47 42 25 | 47 41 56 | 47 41 48 | 47 41 0 |
| $(2\bar{1}0)$(n):(210)(n) über (a) = | — | 67 5 56 | 67 5 48 | 67 5 0 |
| (210)(n):(320)(l) = | 7 53 45 | 7 55 57 | 7 56 0 | 7 55 50 |
| :(110)(m) = | 19 29 15 | 19 26 3 | 19 27 12 | 19 26 0 |
| :(450)(τ) = | — | 25 21 7 | — | — |
| :(120)(ν) = | — | 35 47 38 | 35 47 36 | 35 47 45 |
| :(010)(b) = | — | 56 27 2 | 56 27 6 | 56 27 30 |
| :$(\bar{2}10)$(n) über (b) = | — | 112 54 4 | 112 54 12 | 112 55 0 |
| $(3\bar{2}0)$(l):(320)(l) über (a) = | — | 82 57 50 | 82 57 42 | 82 56 40 |
| (320)(l):(110)(m) = | 11 28 50 | 11 30 6 | 11 31 12 | 11 30 10 |
| :(450)(τ) = | — | 17 25 10 | — | — |
| :(120)(ν) = | — | 27 51 41 | 27 51 39 | 27 51 55 |
| :(010)(b) = | — | 48 31 35 | 48 31 9 | 48 31 40 |
| :$(\bar{3}20)$(l) über (b) = | — | 97 2 10 | 97 2 18 | 97 3 20 |
| $(1\bar{1}0)$(m):(110)(m) über (a) = | — | 105 58 2 | 106 0 18 | 105 57 0 |
| :(450)(τ) = | 5 57 35 | 5 55 4 | — | — |
| (110)(m):(120)(ν) = | 16 19 50 | 16 21 35 | 16 20 30 | 16 21 45 |
| :(010)(b) = | — | 37 0 59 | 36 59 51 | 37 1 30 |
| :$(\bar{1}10)$(m) über (b) = | 74 2 25 | 74 1 58 | 73 59 42 | 74 3 0 |
| $(4\bar{5}0)$(τ):(450)(τ) über (a) = | — | 117 48 10 | — | — |
| (450)(τ):(120)(ν) = | 10 28 15 | 10 26 31 | — | — |
| :(010)(b) = | — | 31 5 55 | — | — |
| :$(\bar{4}50)$(τ) über (b) = | — | 62 11 50 | — | — |
| $(1\bar{2}0)$(ν):(120)(ν) über (a) = | — | 138 41 12 | 138 41 0 | 138 40 30 |
| (120)(ν):(010)(b) = | 20 36 45 | 20 39 24 | 20 39 30 | 20 39 45 |
| :$(\bar{1}20)$(ν) über (b) = | 41 22 15 | 41 18 48 | 41 19 0 | 41 19 30 |

Ref.: A. Karnojitzky.

**2. P. von Jeremejeff** (in St. Petersburg): **Ueber die Pseudomorphosen von Magneteisen nach Ceylanit (Spinell) von der Nikolaje-Maximilianowskischen Grube, Bez. Slatoust, Ural** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellschaft, Ser. II. 1891, **28**, 504—505). — Diese Pseudomorphosen erscheinen in Drusen mit sehr deutlich ausgebildeten oktaëdrischen, manchmal stark glänzenden Krystallen.

Bisweilen ist {111}*O* mit {101}∞*O* combinirt. Meistentheils Zwillinge nach *O*: bald nach mehreren Oktaëderflächen, bald nach der einen (polysynthetische Zwillinge). In der Richtung der trigonalen Axe messen diese Pseudokrystalle von 2 mm bis 4 cm.

Bemerkenswerth ist, dass man an einer und derselben Druse Krystalle des vollkommen unverändert gebliebenen Ceylanits gleichzeitig mit Pseudokrystallen findet; manchmal üben die nach ihrem Aussehen vollkommen frischen Ceylanitkrystalle eine deutliche Wirkung auf die Magnetnadel aus. Es ist klar, dass diese Umwandlung sehr allmählich vor sich geht. Manchmal erscheinen kleine, vollkommen frische Ceylanitkrystalle auf den grossen Individuen des Magneteisens aufgewachsen.

Die Pseudomorphosen von Magneteisen nach Ceylanit sind bis jetzt nur in der Nikolaje-Maximilianowsk'schen Grube angetroffen worden (P. v. Jeremejeff).

Ref.: A. Karnojitzky.

**3. P. von Jeremejeff** (in St. Petersburg): **Ueber den Wulfenit von den silberführenden Bleiglanzlagerstätten „Alabuga", Prov. Semipalatinsk** (Verh. d. russ. kais. min. Gesellschaft, Ser. II, 1891, **28**, 538). — Nach ihrem Habitus sind diese Wulfenitkrystalle von den von J. Antipow früher beschriebenen (siehe diese Zeitschr. **22**, 75) vollkommen verschieden, da die ersteren in Folge der überwiegenden Entwickelung der Basis {001}, die mit hemiëdrisch gestreiften Flächen der Pyramide {113}, auch mit {111}, {203} und {210} combinirt ist, tafelartig und blätterig erscheinen.

Unter Annahme des Axenverhältnisses $a : a : c = 1 : 1 : 1,57767$ nach C. Koch erhielt der Verf. folgende Werthe:

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (001):(113) | = 36° 28′ 20″ | 36° 31′ |
| (001):(203) | = 46 26 46 | 46 23 40″ |
| (210):(111) | = 30 2 10 | 30 5 50 |

Die Krystalle erscheinen aufgewachsen auf dem eisenhaltigen Bleiocker, der die Wände der Hohlräume der Bleiglanzmasse bedeckt.

Ref.: A. Karnojitzky.

**4. Derselbe: Ueber den Galmei der Blei- und Silbergruben „Targyl", Prov. Semipalatinsk** (Ebenda, 339). — Nach ihrem Habitus stehen diese weisslichgrauen, verlängert-plattenförmigen »aufgewachsenen« Galmeikrystalle denjenigen von der Klitschkinsk'schen und Taininsk'schen Grube (Bez. Nertschinsk), sowie denjenigen von Altenberg (bei Aachen) sehr nahe. Sie sind nur an einem Ende ausgebildet und erscheinen auf den Wänden der Drusenräume der krystallinischen Galmeimasse aufgewachsen. Manchmal sind sie in fächerförmige Büschel vereinigt. Zuweilen ist auch das andere Ende undeutlich ausgebildet, indem die oscillatorische Entwickelung der Fläche {010} hier auf den Hemimorphismus hindeutet.

Unter Annahme des Axenverhältnisses:

$$\breve{a} : \bar{b} : \acute{c} = 0,77849 : 1 : 0,47673$$

nach Dauber (Pogg. Ann. **92**, 245) erhielt der Verf. folgende Werthe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(1\bar{1}0):(110)$ = | 75° 45′ 40″ | 75° 48′ 4″ |
| $(110):(010)$ = | 52 8 20 | 52 5 58 |
| $:(\bar{1}\bar{1}0)$ = | — | 104 11 56 |
| $(301):(101)$ = | 29 53 45 | 29 57 25 |
| $:(001)$ = | 61 24 20 | 61 26 26 |
| $(101):(001)$ = | 31 32 10 | 31 29 1 |
| $(031):(010)$ = | 34 55 50 | 34 57 42 |
| $:(011)$ = | 29 34 15 | 29 33 0 |
| $:(001)$ = | — | 55 2 18 |
| $(011):(010)$ = | — | 64 30 41 |
| $:(001)$ = | 25 32 35 | 25 29 19 |
| $(121):(010)$ = | 50 50 30 | 50 53 10 |
| $(1\bar{2}1):(121)$ = | — | 78 13 40 |

Also sind vom Verf. folgende Formen constatirt: {010}, {110}, {301}, {101}, {031}, {011}, {001} und {021}, deren letzte nur auf ein und dasselbe Ende des Krystalles beschränkt ist.

Ref.: A. Karnojitzky.

5. P. von Jeremejeff (in St. Petersburg): **Ueber hyaline Anhäufungen des Smithsonits ($ZnCO_3$) von der Grube „Targyl", Prov. Semipalatinsk** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellsch., Ser. II, 1891, **28**, 540). — Weiss gefärbte, kugelförmig-nierenartige Massen des Smithsonits zeigen Perlmutterglanz und zerspalten sich leicht in die feinsten Hüllen von einer aderig-faserigen Structur. Die peripherischen, seltener centralen Hüllen bestehen manchmal aus Brauneisenerz, das die fein-concentrische und faserige Structur des Smithsonits reproducirt und augenscheinlich durch chemische Pseudomorphosirung die Substanz des ersten Minerals vertritt.

Die Gangart, welche die Blei- und Silbererze auf »Targyl« führt, ist, nach Herrn J. A. Antipow's Mittheilung, Kalkspath, der von eisenhaltigem Quarzit begleitet wird.

Ref.: A. Karnojitzky.

6. W. Agafonoff (in St. Petersburg): **Ueber die Resultate der goniometrischen Messungen der Dioptaskrystalle von „Altyn-Tuebe", Kirgisen-Steppen** (Ebenda 499. — Siehe auch Revue des Sciences Naturelles, St. Pétersbourg 1891, 169). — Der Verf. hat nur diejenigen Krystalle gemessen, die entweder ein oder nur zwei sehr wenig von einander abstehende Reflexbilder auf jeder Fläche des gegebenen Winkels zeigen. Jeder Winkel wurde 15—25mal gemessen, wobei die maximalen Abweichungen bei den Ablesungen 20′ bis 9′ erreichten.

Der Verf. erhielt folgende mittleren Werthe.

| | | Gemessen: |
|---|---|---|
| Für die Winkel $\infty P2$: | Krystall Nr. 3 | 60° 38′ 20″ |
| | - - | 58 28 55 |
| | - Nr. 5 | 60 24 42 |
| | - Nr. 16 | 60 38 |
| | - - | 58 48 45 |
| | - - | 59 2 |
| | - Nr. 17 | 59 2 |

| | | Gemessen: |
|---|---|---|
| Für die Winkel $\infty P2 : -2R$: | Kr. Nr. 2 | 46° 28′ 27″ |
| | - - 3 | 46 35 30 |
| | - - 7 | 46 12 6 |
| | - - 17 | 46 34 36 |
| Für die Winkel $-2R : -2R$: | Kr. Nr. 9 | 84 18 24 |
| | - - 17 | 84 57 20 |
| | - - 17 | 84 28 3 |

Im convergenten Lichte zeigen die normal zur Hauptaxe des Krystalles geschnittenen Platten mehr oder weniger divergirende Hyperbeln, die beim Drehen des Objecttisches ihre Lage ändern. Im gewöhnlichen Lichte zeigen dieselben Platten eine Theilung in Sectoren.

Es sind bis jetzt nur drei Platten untersucht.

Ref.: A. Karnojitzky.

7. J. A. Antipow (in Karkarala, Prov. Semipalatinsk): **Ueber den problematischen Dopplerit von Karkarala** (Ebenda, 503—504). — Die chemische Analyse dieses Minerals ergab dem Verf. folgende Resultate.

| | |
|---|---|
| Flüchtige Substanz | 90,20 |
| $C$ | 8,00 |
| Asche | 2,80 |
| | 100,00 |

| | | |
|---|---|---|
| $C$ | 55,36 | |
| $H$ | 6,50 | |
| $O$ | 34,82 | |
| $S$ | 0,52 | |
| Asche | 2,80 | d. h. $SiO_2$, $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ und $CaO$ |
| | 100,00 | |

Spec. Gewicht = 1,13

Beim Erhitzen bis 100° C. entweichen 2,31 %.

Beim Behandeln mit Alkohol und Aether werden 13,12 % und beim Behandeln mit $CS_2$ 9,60 % ausgezogen.

Beim Glühen entweichen in beträchtlicher Menge brennbare Gase. Beim Kochen mit $KHO_3$ nimmt die Lösung eine braune Färbung an. $NH_3$ ist nicht constatirt. Beim Behandeln mit $HNO_3$ wird das Mineral gelb und plastisch.

Dieses Erdpech wurde 600 Werst SW. von Karkarala in den Lagerstätten »Alagul«, in der Nähe des Salzsees »Alagul« gefunden, wo es ein mächtiges und ausgedehntes Lager bildet.

Ref.: A. Karnojitzky.

8. Derselbe: **Ueber Wulfenit, Realgar, Jamesonit, Plumbocuprit und Ehlit der Blei- und Silbergrube des Herrn von Derwis, Prov. Semipalatinsk** (Ebenda, 527).

Die chemische Analyse des Jamesonits ergab:

| | |
|---|---|
| *Pb* | 63,61 |
| *S* | 12,54 |
| *Sb* | 23,44 |
| | 99,59 |

Der Plumbocuprit besitzt folgende Zusammensetzung:

| | |
|---|---|
| *Cu* | 69,42 |
| *Fe* | 0,71 |
| *Pb* | 9,58 |
| *Ag* | 0,07 |
| *Sb* | Spur |
| *S* | 18,95 |
| $SiO_2$ | 0,42 |
| | 99,15 |

Der Ehlit ergab bei der Analyse:

| | |
|---|---|
| $H_2O$ | 9,82 |
| $P_2O_5$ | 9,25 |
| *Cu* | 80,85 |
| $SiO_2$ | 0,80 |
| | 100,72 |

Ref.: A. Karnojitzky.

**9. M. Miklucho-Macklay** (in St. Petersburg): **Ueber die unregelmässige Structur des Quarzes** (Verhandl. d. russ. kais. min. Gesellsch., Ser. II, 1891, 28, 541). — Der Verf. betont den Umstand, dass die von ihm beobachteten Richtungen der unregelmässigen Auslöschung verschiedener in einem und demselben Präparate vorhandenen Quarzkrystalle einander nicht parallel gehen; dieser Umstand steht, nach der Meinung des Verfs., im Widerspruche mit der Annahme des Einflusses des während der Gesteinsbildung stattgefundenen Druckes.

Ref.: A. Karnojitzky.

**10. A. Karnojitzky** (in St. Petersburg): **Ueber die Zusammenhäufung der Individuen in Bezug auf die pyroëlektrischen Erscheinungen beim Turmalin** (Revue des Sc. Nat., St. Pét. 1891, 166—167). — Früher constatirte der Verf., dass die fast immer beobachteten Abweichungen von den normalen Winkelgrössen beim Turmalin und anderen Mineralien von verschiedenen Störungen der chemischen oder physikalischen Homogenität (verschiedene Färbung, verschiedene Einschlüsse, verschiedene Grössen der Brechungsindices, verschiedene optische Ellipsoide für verschiedene von der normalen Lage abweichende Flächen sogar einer und derselben Form) begleitet und augenscheinlich von den Ursachen der letzteren beeinflusst sind. Da aber ein und dasselbe Ende eines Turmalinkrystalles bei verschiedenen Fundorten von verschiedenen (nach ihren chemischen oder physikalischen Eigenschaften) Individuen gebildet wird, so kann man hierin eine Erklärung der so oft beobachteten Störungen der pyroëlektrischen Pole finden. Damit kann man leicht auch die bekannte thermische von Thompsen und Lodge beschriebene Anomalie dieses Minerals erklären.

Ref.: A. Karnojitzky.

**11. W. Agafonoff** (in St. Petersburg): **Notiz über den Gyps aus dem Districte Konstantinograd, Gouv. Poltawa** (Rev. d. Sc. Nat., St. Pétersb., 1891, No. 1, 35—36). — Grosse kugelförmige Drusen von fast undurchsichtigen Gypskrystallen stammen vom rechten Ufer des Flusses Orelj, Dorf Nadjeschdina. Die Flächen sind uneben, matt und gerundet, ausser den Flächen von {010}, die gewöhnlich Diamantglanz zeigen. Zwillinge nach einem schwer bestimmbaren Gesetze. Auf Grund seiner Messungen und einiger Betrachtungen hält der Verf. (101) für die Zwillingsebene. An diesen Krystallen ist {111} vorherrschend entwickelt.

Ref.: A. Karnojitzky.

**12. W. Wernadsky** (in Moskau): **Ueber die Sillimanitgruppe und über die Rolle der Thonerde in den Silicaten.** Moskau 1891, 8°, 100 S. (Bull. de la Soc. d. natur. à Moscou, 1891; auch separat erschienen). — Das Hauptsächliche des experimentellen Theiles (SS. 52 bis 88) dieser Abhandlung ist schon früher in dieser Zeitschrift referirt erschienen und könnte etwa folgendermassen resumirt werden: Der Verf. findet, dass durch Einwirkung hoher Temperatur auf Mineralien der Sillimanitgruppe gleichwie auf solche, die $SiO_2$ und $Al_2O_3$ als Bestandtheile enthalten, bei allen vom Verf. studirten Fällen dünne rhombische Kryställchen der Anhydride $Al_2O_3.SiO_2$ oder $4Al_2O_3.3SiO_2$ erhalten werden können. Uebrigens sind die vom Verf. untersuchten Fälle durchaus nicht zahlreich.

[Um so eigenthümlicher berührt uns der Umstand, dass der Verf. aus irgend welchem Grunde diesem ohne Zweifel wichtigen Capitel seiner Untersuchungen eine Einleitung von 52 Seiten, sowie einen Nachtrag von 12 Seiten hinzufügt, die zum Hauptzwecke haben, einen zu allgemeinen und sogar theilweise sich widersprechenden Gedanken auf rein speculativem Wege zu erhärten und plausibel zu machen, und namentlich die Wahrscheinlichkeit der Existenz einer ganzen Reihe von Thonerdekieselsäuren zu beweisen. Als Salze dieser Thonerdekieselsäuren betrachtet der Verf. alle $Al_2O_3$- und $SiO_2$-haltigen Mineralien (bekanntlich ist dies eine alte Hypothese Bonsdorff's von 1822; — später wurde sie weiter entwickelt von Hersch, Treadwell, Cross und Eakins). Verschiedene Thonerdekieselsäuren setzen nämlich verschiedene Anhydride derselben voraus. Andererseits behandelt der experimentelle Theil, von welchem wir eigentlich einen mehr oder weniger strengen Beweis des theoretischen Theiles zu erwarten das Recht hätten, eben Thonerdekieselsäureanhydride, und es stellt sich nun höchst merkwürdiger Weise heraus, dass deren nur zwei, höchstens drei vorhanden seien. Freilich widerlegen die experimentell gewonnenen Daten die theoretischen Speculationen des Verfs. nicht durchaus, beweisen dieselben aber auch keineswegs. Ueberhaupt sind wir gewöhnt in grösseren wissenschaftlichen Abhandlungen einen engeren und logischeren Zusammenhang zwischen den theoretischen und experimentellen Theilen zu finden, als dies in der vorliegenden Schrift der Fall ist.

Die im ersten Theile vorgeschlagene »neue« Classification der Mineralien kann ich hier nicht anführen und verweise daher auf das Original. Die letzten 12 Seiten enthalten chemische Formeln und die dazu gehörenden Beispiele, die zur Illustration der Classification des Verfs. dienen sollen.]

Ref.: A. Karnojitzky.

**13. Derselbe: Ueber Polymorphismus als allgemeine Eigenschaft der Materie.** Moskau 1891, 8° (Wiss. Verh. d. kais. Univ. Moskau, l. 9). — Nach

Angaben des Verfs. gehen die rhombischen $\alpha$-Modificationen von $CaSO_4$ und $SrOSr_4$ in die rhombischen $\beta$-Modificationen bei 1200° über.

Beim Erhitzen bis 700° geht $SrCO_3$ in die hexagonale Modification über, die unter 700° in die rhombische umgewandelt wird, doch bleibt es unbekannt, ob diese Thatsache von Herrn Wernadsky selbst oder anderen Forschern herrührt.

Ref.: A. Karnojitzky.

14. **Ph.-A. Guye** (in Genf): **Studien über molekulare Dissymmetrie** (Arch. d. sc. phys. et nat. Genève 1891, **26**, 97). — Wenn die vorliegende wichtige Arbeit auch wesentlich dem Gebiete der theoretischen resp. physikalischen Chemie angehört, so enthält dieselbe doch einige für die chemische Krystallographie wesentliche Bemerkungen, auf welche hier kurz hingewiesen werden möge.

Bekanntlich wird als Ursache der optischen Activität organischer Körper die Existenz eines asymmetrischen Kohlenstoffes angesehen. Betrachtet man das letztere als ein reguläres Tetraëder, an dessen vier Eckpunkten sich vier ungleichartige Atomgruppen befinden, so lässt sich der Abstand berechnen, welchen dann der Schwerpunkt des Tetraëders von den sechs Ebenen, die im Falle von vier gleichartig besetzten Ecken Symmetrieebenen sind, besitzt. Das Product dieser sechs Abstände nennt der Verf. das »Product der Asymmetrie«, und dasselbe ist nach seinen Untersuchungen zahlreicher Körper ein Maass der Drehung der Polarisationsebene. Dasselbe wird Null, wenn ein Abstand = 0, d. h. wenn der Schwerpunkt des Moleküls in eine der sechs Symmetrieebenen fällt; wird durch die Substitution eines Elementes oder Radicals der Schwerpunkt so verschoben, dass er noch auf den gleichen Seiten der Symmetrieebene bleibt, so behält das Product sein Vorzeichen und der Körper den Sinn der Drehung der Polarisationsebene; bewirkt jedoch die Substitution das entgegengesetzte Vorzeichen eines Gliedes im Product und damit auch des letzteren, so entsteht ein entgegengesetzt drehender Körper. Da nun die in Lösung optisch sich entgegengesetzt verhaltenden Substanzen in enantiomorphen Formen krystallisiren, so müssen in dem letzteren Falle auch die rechten Formen durch die Substitution in die linken übergehen. Dies ist in der That der Fall bei dem einzigen bisher krystallographisch untersuchten (von C. Soret, s. diese Zeitschr. **11**, 432) linksdrehenden Derivat der Rechtsweinsäure, dem Diacetylweinsäure-Methyläther, dessen Hemimorphie einem linksweinsauren Salze entspricht.

Ref.: P. Groth.

15. **C. Soret** (in Genf): **Ueber einige Erscheinungen bei der Totalreflexion** (Ebenda 541). — Der Verf. beschreibt einige bei der Beobachtung im Totalreflectometer auftretende Erscheinungen, welche von einer oberflächlichen Veränderung der untersuchten Krystallplatte herzurühren scheinen, für die aber eine befriedigende Erklärung nicht gefunden werden konnte. Dieselben zeigen sich nur bei löslichen Substanzen, wie Alaun, Natriumchlorat etc. und bestehen in einem oder mehreren schmalen schwarzen Streifen an oder in der Nähe der Grenzlinie der totalen Reflexion. Dieselben ändern sich durch andere Ausführung der Politur; sie verschwinden, wenn von letzterer feine Streifen übrig geblieben sind, in gewissen Orientirungen der Platte; manchmal erscheinen sie während der Beobachtung und verschwinden wieder. Beim Natriumchlorat wurden bei feuchtem warmem Wetter zwei Streifen beobachtet, deren je einer bei Anwendung eines Nicols, je nach dessen Orientirung, verschwand, während bei kälterem und trockenem Wetter die Streifen ganz ausblieben.

Ref.: P. Groth.

**16. G. Cesàro** (in Lüttich): **Ueber Congruenz hemiëdrischer Formen** (Bull. d. l'Acad. R. Belg. (3) 1891, **22**, 226. — Bull. soc. franç. d. min. 1892, **15**, 106). — Der Verf. corrigirt noch einmal den bekannten Fehler Bravais', durch welchen dieser die sphenoidische Tetartoëdrie des tetragonalen Systems übersah, welche bekanntlich von Hessel und Gadolin als krystallographisch mögliche Symmetrieklasse erkannt worden ist. Zu dem Zwecke beweist der Verf. folgenden Satz: »Es giebt nur drei Arten von Polyëdern, welche mit ihren Spiegelbildern zur Congruenz gebracht werden können: 1) die Polyëder mit einem Centrum der Symmetrie; 2) die Polyëder mit einer Symmetrieebene; 3) diejenigen Polyëder ohne Centrum und Ebene der Symmetrie, welche eine gradzählige Symmetrieaxe besitzen, senkrecht zu welcher je zwei Durchschnitte des Polyëders die gleiche, um $\frac{\pi}{n}$ (wenn $n$ die Ordnungszahl der Axe) gedrehte Gestalt zeigen. Die letzterwähnten Polyëder sind keine anderen, als die mit Drehspiegelung (= zusammengesetzter Symmetrie Fedorow's) begabten, deren zwei, aus einer holoëdrischen Form als hemiëdrisch abgeleitet, selbstverständlich congruent sein müssen, wie z. B. zwei tetragonale Sphenoide dritter Ordnung in der erwähnten Tetartoëdrie.

Ref.: P. Groth.

**17. Derselbe: Mineralogische Notizen** (Bull. Soc. géol. Belg. 1891, 18). — Beschreibung folgender Mineralvorkommen:

Baryt in braunen Nadeln auf Eisenspath von Bleiberg.

Orthoklas auf Epidot von Quenast in kleinen Krystallen von der Form und Zusammensetzung des Adular.

Prehnit von derselben Localität in kugelförmigen, radialfaserigen Aggregaten, welche auch Krystalle von Epidot und Quarz umschliessen.

Calcit von Rhisnes. Bereits in seiner Monographie dieses Vorkommens (vergl. diese Zeitschr. **20**, 283) beobachtete der Verf., dass bei Fortwachsungen die Flächen des später gebildeten Krystalles im Allgemeinen den Kanten des früheren parallel sind. Hieraus leitet der Verf. die Berechtigung her, Formen des Calcit mit der Beobachtung besser stimmende, wenn auch sehr complicirte Symbole zuzuschreiben, falls die letzteren einem Parallelismus der Flächen mit Kanten einer am gleichen Fundorte auftretenden Form entsprechen. In Folge dessen adoptirt er jetzt für zwei {531} nahe stehende Skalenoëder die Symbole {171.101.34} und {104.64.21}.

Calcit vom Lake Superior. Flächenreiche Combination mit einem vorherrschenden negativen Skalenoëder, dessen Winkel am besten übereinstimmen mit dem Symbol {82.29.43}. Dasselbe ist wahrscheinlich identisch mit Hessenberg's $-\frac{14}{27}R\frac{11}{3}$ = {154.56.81}.

Siderit von Algier, Combination {100} {621}.

Hatchettin und Ozokerit. Isolirte Blättchen des letzteren erweisen sich, wie erstere, rhombisch, aber mit noch kleinerem Axenwinkel. Schmilzt man eine sehr kleine Probe der Harze, so erstarrt der Hatchettin mit einem rechtwinkligen Netzwerk, der Ozokerit als radialfaseriges Aggregat.

Ref.: P. Groth.

**18. H. Ambronn** (in Leipzig): **Einige Beobachtungen über das Gefrieren der Colloide** (Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1891, 28). — Lässt man eine

Gummilösung, z. B. von G. arab., in einer dünnen Schicht auf einer Glasplatte gefrieren, so bilden sich die gewöhnlichen Eisblumen, und nach dem Verdunsten des Eises bleiben dieselben in dem Gummi erhalten; dieselben bestehen dann aus feinen, parallel orientirten Streifen des Gummi mit schwacher Doppelbrechung. Besonders schön ausgebildet und stärker doppeltbrechend erhält man sie mit Tannin. Wendet man Eiweiss oder Dextrin an, so bleibt nur eine gleichmässige Haut nach dem Verdunsten der Eisblumen zurück, von gallertartigen Colloiden, wie Gelatine, dagegen ein Netzwerk, dessen Maschenwände sich auch optisch wie Zellwände verhalten.

Ref.: P. Groth.

**19. H. Ambronn** (in Leipzig): **Ueber das Verhalten doppeltbrechender Gelatineplatten gegen Magnetismus und Elektricität** (Ber. d. k. sächs. Ges. d. Wiss. 1891, Sep.). — Aus sehr dünnen, in gedehntem Zustande eingetrockneten und daher doppeltbrechenden Gelatinelamellen wurden Kreisscheiben von $1\frac{1}{2}$ cm Durchmesser herausgeschnitten, mehrere derselben mit paralleler optischer Orientirung aufeinandergelegt und, in ihrem Mittelpunkte an einem Coconfaden aufgehängt, in das Feld eines grossen Elektromagneten gebracht. Stets stellte sich die Dehnungsrichtung, d. i. die optische Axe, senkrecht zu den Kraftlinien, während Scheiben von einfachbrechender Gelatine in jeder Stellung in Ruhe blieben. Analog den positiv einaxigen Krystallen war das Verhalten der ersteren auch im elektrischen Felde, indem sich deren Dehnungsrichtung hier den Kraftlinien parallel stellte, und bei Anstellung des Versuches von G. Wiedemann, wobei dieselben als elektrische Staubfigur eine Ellipse lieferten, deren kleine Axe parallel der Dehnungsrichtung war.

Ref.: P. Groth.

**20. P. Glan** (in Berlin): **Ein Spectrosaccharimeter** (Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. München 1891, **20**, 513). — Das Instrument, welches auch zur Untersuchung circularpolarisirender Krystalle verwendet werden könnte, gestattet eine sehr genaue Messung der Drehung der Polarisationsebene für jede beliebige Farbe und beruht auf folgendem Princip:

Das weisse Licht geht durch einen Spalt, eine Linse, einen Glan'schen Polarisator, ein kreisförmiges Diaphragma, dessen eine Hälfte mit einer dünnen, senkrecht zur Axe geschnittenen Quarzplatte bedeckt ist, hierauf durch die zu untersuchende Substanz und durch ein zweites Polarisationsprisma; alsdann wird das durch die Linse entworfene Spaltbild durch ein Flintglasprisma in ein Spectrum verwandelt, von welchem durch einen zweiten, im Beobachtungsfernrohre befindlichen Spalt ein beliebig schmaler Streifen ausgewählt werden kann. Die erste Linse entwirft nun auch von dem halb mit der Quarzplatte bedeckten Diaphragma ein Bild, auf welches man das Beobachtungsfernrohr durch Ausziehen des Ocularrohres einstellen kann; die beiden Hälften dieses Bildes erscheinen nur dann gleich hell, wenn die Polarisationsebene des Analysators den Winkel halbirt, welchen die Polarisationsebenen des Lichtes in beiden Hälften mit einander bilden, oder auf dessen Halbirungslinie senkrecht steht. Man stellt nun den Apparat erst ohne die zu untersuchende Substanz auf gleiche Helligkeit für eine bestimmte Farbe ein und bestimmt dann die Drehung des Polarisators, welche nach Einfügung der Substanz zur Wiederherstellung gleicher Helligkeit erforderlich ist.

Ref.: P. Groth.

**21. R. Brunnée** (Firma »Voigt und Hochgesang« in Göttingen): **Ueber eine neue Vorrichtung für Mikroskope zum Zwecke eines schnellen Ueberganges von parallelem polarisirtem zu convergentem Licht** (Zeitschr. f. Instrumentenkunde 1891, **11**, 136). — Die Sammellinse wird durch einen an einem Schlitten angebrachten Ring aufgefangen, sobald der Polarisator durch den Trieb gesenkt wird, und kann dann mit dem Schlitten seitlich weggeschoben werden, so dass nun der Polarisator wieder dem Präparate genähert werden kann. Will man wieder zu convergentem Lichte übergehen, so senkt man den Polarisator, schiebt den Schlitten wieder zurück und hebt den Polarisator wieder, wobei die oben conische Linsenfassung desselben die Sammellinse genau centrisch auffängt.

Ref.: P. Groth.

**22. L. Zehnder** (in Basel): **Ein neuer Interferenzrefractor** (Ebenda 275). — Das Instrument besteht aus vier, an den Eckpunkten eines nach Bedarf zu vergrössernden Rechteckes unter 45° zu dessen Seiten aufgestellten Spiegeln, von welchen zwei gegenüberliegende nicht belegt und aus demselben Glasstück gefertigt sind. Es werden zwei Strahlen zur Interferenz gebracht, deren jeder eine kurze und eine lange Seite des Rechteckes durchlaufen hat, und da man erstere bis 50 cm, die letztere beliebig lang machen kann, so ist es möglich, in den Gang derselben Körper mit beliebigen Vorrichtungen, um deren Temperatur constant zu erhalten, einzufügen und so Aenderungen in der Brechbarkeit derselben mit grosser Genauigkeit zu messen.

Ref.: P. Groth.

**23. A. B. Meyer** (in Dresden): **Neue Beiträge zur Kenntniss des Nephrit und Jadeït** (Abhandl. u. Ber. d. k. zool. u. anthrop.-ethnogr. Museums Dresden 1891). — Aus den Hauptresultaten dieser Untersuchung möge Folgendes hervorgehoben werden:

Der sogenannte Nephrit von Jona (Hebriden) ist Serpentin.

Die im Val d'Aosta, bei St. Marcel und bei Ouchy (Lausanne) gefundenen rohen Stücke sind Jadeït.

Nephrit und Jadeït finden sich verarbeitet auch in Südtirol, wahrscheinlich aus localen Fundorten.

Jadeïtbeile sind in ganz Italien verbreitet, während solche aus Nephrit nur in Calabrien vorkommen.

Sicilischer verarbeiteter Nephrit ist zum Theil durch Fehlen der Schieferung und Gehalt an Chlorit charakterisirt, was ebenfalls auf locale Herkunft hindeutet.

Die Nephrit- und Jadeïtbeile Kleinasiens stammen wahrscheinlich aus verschiedenen localen Quellen.

Auf locale Herkunft deuten auch die Charaktere der verarbeiteten Nephrite von der Tschuktschen-Halbinsel und der eines japanischen Beiles.

Ref.: P. Groth.

**24. F. von Sandberger** (in Würzburg): **Ueber den Erzgang der Grube Sagra Familia in Costarica** (Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. München 1891, **20**, 191). — Dieser Gang setzt in einem quarzhaltigen Augitandesit auf und bietet sehr grosse Aehnlichkeit mit denen von Schemnitz, Felsöbanya u. s. w. dar. Die Hauptausfüllung besteht aus Kalkspath und Quarz, daneben manganhaltiger Calcit (Rosenspath und Manganocalcit), Zinkblende mit

erheblichem Mangangehalt, Fahlerz, Kupferkies, sparsam Enargit. In Folge eines Silber- und Goldgehaltes der Schwefelverbindungen tritt in den oberen Teufen, neben den Oxydationsproducten der letzteren: Cerussit, Pyromorphit, Wad, Kupfermanganerz etc., Silbergold in schönen gestrickten Aggregaten auf, welches den nur kurze Zeit betriebenen Bergbau veranlasste.

Ref.: P. Groth.

**25. F. von Sandberger** (in Würzburg): **Ueber die Erzgänge der Gegend von Freudenstadt und Bulach im württembergischen Schwarzwald** (Sitzungsber. d. math.-phys. Cl. d. k. bayer. Akad. d. Wiss. München 1891, **20,** 281). — Aus dieser eingehenden Beschreibung mögen folgende neue mineralogische Details hervorgehoben werden:

Erinit in kleintraubigen Ueberzügen auf Quarz, zum Theil von Olivenit bedeckt, bei Freudenstadt.

Mixit in kleinen strahligen Partien, häufig; gehört, wie die beiden vorerwähnten Mineralien, sowie Würfelerz, Kobaltblüthe, Kupferlasur und Malachit, zu den Zersetzungsproducten des Fahlerzes.

Producte gemeinsamer Zersetzung von Eisenspath und Fahlerz sind: Arseniosiderit und Kupfermanganerz (früher für Psilomelan gehalten).

Ref.: P. Groth.

**26. A. von Elterlein** (in München): **Beiträge zur Kenntniss der Erzlagerstätte des Schneeberges bei Mayrn in Südtirol** (Jahrb. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1891, **41,** 289). — In der von einer ausführlichen Untersuchung der umschliessenden Gesteine begleiteten Beschreibung dieser bekannten Lagerstätte werden folgende Mineralien behandelt:

Silber, 1880 vorgekommen.

Dunkelbraune Zinkblende in körnigen Aggregaten bildet das Haupterz.

Greenockit als orangegelber Beschlag auf voriger, selten in undeutlichen Kryställchen.

Magnetkies, derb und schön krystallisirt, auf einem Gemenge desselben Minerals mit Breunerit, Blende, Quarz und Magnetit.

Pyrit, derb oder in kleinen Krystallen.

Arsenkies, in derbem Boulangerit oder Zinkblende oder im Fahlerz, kleine scharfe Krystalle {110}, {011}, {012}.

Bleiglanz, nur derb, mit 0,05 % *Ag* (Silberglanz soll früher vorgekommen sein).

Kupferkies in kleinen Partien.

Boulangerit mit 53,6 *Pb* und 1,6 *Cu*, derb in der Lagerstätte und im Nebengestein.

Antimonfahlerz, in derselben Weise auftretend.

Quarz in grosser Menge, aber sehr selten in Krystallen mit gerundeten Kanten und Ecken.

Titaneisen in kleinen Blättchen.

Fluorit {110} {111} selten.

Calcit, krystallisirt als jüngere Bildung.

Dolomit in Zinkblende.

Sideroplesit (Breunerit), meist in feinkörnigem Gemenge mit Zinkblende, enthält 47,9 $FeO$, 10,9 $MgO$, 0,8 $CaO$.

Zinkblüthe als secundäres Product.

Malachit, Kupferlasur und Limonit am Ausgehenden.

Gyps in Krystallen auf Verwerfungsklüften.

Magneteisenerz in dem bereits erwähnten Gemenge; mit Kupferkies und Magnetopyrit auch in Oktaëdern mit der bekannten Streifung.

Schneebergit fand sich 1889 in krystallinischen Aggregaten mit Kalkspath und Breunerit, aus denen er deutlich hervorgegangen ist, in dem Gemenge von Magnetit, Kupferkies, etwas Magnetkies, Pyrit und Zinkblende. Das Mineral ist nach der Untersuchung des Verfs. identisch mit Breithaupt's »Gelbantimonerz« von Ungarn, anal. von Plattner.

Apatit in kurzen dicken Prismen, selten; einzelne Krystalle zeigten Endflächen: $\{10\bar{1}1\}$ $\{10\bar{1}2\}$ $\{11\bar{2}1\}$.

Granat (Almandin) häufig in schönen Ikositetraëdern mit $\{110\}$ mit den Erzen verwachsen, besonders in der Nähe der Salbänder, ohne jedoch immer dann im Nebengesteine vorzukommen. In Strahlstein eingewachsene Krystalle zeigen nur $\{110\}$.

Biotit, Muscovit und am seltensten Chlorit in Nestern mit den Erzen.

Strahlstein, faserig, meist nelkenbraun; die in Sammlungen verbreiteten bis meterlangen Stücke von »Bergholz« liegen meist lose in Klüften.

Ref.: P. Groth.

27. **A. Schrauf** (in Wien): **Ueber Metacinnabarit von Idria** (Ebenda 349). — Auf Kluftflächen des zinnoberführenden Gesteins von Idria fanden sich an mehreren Stellen, aber in geringer Menge, kleine mit Calcit incrustirte Halbkugeln, aus zusammengehäuften unvollkommenen Kryställchen von metallisch schwarzer Farbe bestehend, welche sich chemisch als $HgS$ erwiesen; spec. Gew. 7,66. Mit Hülfe des in dieser Zeitschr. **20**, 90 beschriebenen Mikroskopgoniometers gelang dem Verf. der Nachweis, dass die Form der Kryställchen regulär, $\{110\}$ mit kleineren Flächen von $\{100\}$ und $\{111\}$, sei. Die Winkel dieser Combination sind übrigens denen gewisser Kanten am Zinnober sehr ähnlich.

Die beiden Modificationen des Quecksilbersulfides würden sehr nahe das gleiche Molekularvolum (602, resp. 605) haben, wenn man annimmt, dass im Metacinnabarit $20 HgS = 10 Hg_2S_2$, im Zinnober $21 HgS = 7(Hg_3S_3)$ ein Körpermolekül bilden. Auch das Verhalten beim Erhitzen spricht für ein derartiges Polymerieverhältniss.

In der Beschreibung der Gesteine von Idria wird eine in ihren physikalischen Eigenschaften dem Agalmatolith ähnliche Varietät des Steinmarks mit dem »Tuesit« Thomson's identificirt; Analyse: 45,00 $SiO_2$, 39,74 $Al_2O_3$, 0,45 $Fe_2O_3$, 0,20 $MnO$, 0,52 $CaO$, 14,41 $H_2O$; spec. Gew. 2,55; Härte 1—2. Als secundäre Bildungen treten ferner besonders Sulfate auf: Bittersalz, seltener Baryt, Gyps, Melanterit, Sulfatgemenge, wie Schröckinger's »Idrizit«, welcher die Zusammensetzung $SO_4(Mg, Fe) + 7H_2O + S_2O_9(Al, Fe)_2 + 9H_2O$ und das Ansehen des Halotrichit hat, und ein faseriges Mineral $SO_4Fe + 5H_2O$, vom Verf. Siderotil genannt. Die Bildung des Zinnobers selbst gehört nach des Verfs. Beobachtungen mehreren Perioden an und wurde durch hydatothermische Vorgänge eingeleitet und durch hydatochemische geschlossen. Zu den jüngsten Bildungen gehört der Metacinnabarit, dessen Auftreten auf Kluftwänden des kalkigen Mergelschiefers zuweilen deutlich an feine Querrisse gebunden ist. An manchen Stellen zeigt er Umwandlung in Zinnober. Seine Entstehung schreibt Verf. kleinen Quecksilbertröpfchen zu, welche durch $SH_2$ in $HgS$ umgewandelt wurden und auf denen

sich weiterer Metacinnabarit aus den in der Grube reichlich vorhandenen sauer reagirenden wässerigen Lösungen absetzte.

Ref.: P. Groth.

**28. R. Scheibe** (in Berlin): **Ueber Hauchecornit, ein Nickelwismuthsulfid von der Grube Friedrich bei Hamm a. d. Sieg** (Jahrb. d. k. preuss. geol. Landes-anst. f. 1891, Berl. 1892, S. 91). — In dem Spatheisen der genannten Grube fand sich ein grösseres Nest von meist nickelhaltigen Erzen, zu denen das neue Mineral gehört. Dasselbe wird begleitet von Millerit, Kallilith, Kobaltnickelkies, Wismuthglanz, Quarz etc., ist licht bronzefarben, hat Härte 5, spec. Gew. 6,4 und nach R. Fischer folgende Zusammensetzung: 22,71 *S*, 24,06 *Bi*, 5,69 *Sb*, 1,96 *As*, 0,64 *Pb*, 0,12 *Zn*, 0,89 *Fe*, 2,83 *Co*, 41,08 *Ni*. Aus dieser und drei weiteren Analysen, welche weniger *Co*, *Zn*, *Pb*, *Fe*, aber etwas mehr *Ni* ergaben, schliesst der Verf. auf die Formel $(Ni, Co, Fe)_7 (S, Bi, Sb)_8$.

Krystallsystem: Tetragonal; $a : c = 1 : 1,05215$.

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {100}, {101}, {111}, {112} und eine Anzahl vicinaler spitzer Pyramiden, welche auf {111} eine horizontale Streifung erzeugen. Der Habitus der Krystalle ist tafelförmig, kurzprismatisch oder pyramidal; in den beiden letzteren Fällen regulären Combinationen mit vorherrschendem Hexaëder, resp. Oktaëder sehr ähnlich. Die wichtigsten Winkel sind folgende:

| | Berechnet: | Beobachtet: |
|---|---|---|
| (110):(101) = | *59° 10′ | 58° 50′ — 59° 48′ |
| (101):(001) = | 46 27 | 45 25 — 46 46 |
| (111):(001) = | 56 6 | 54 57 — 56 29 |
| (112):(001) = | 36 39 | 35 36 — 37 31 |

Ref.: P. Groth.

**29. H. Traube** (in Berlin): **Ueber die Krystallform des Milchzuckers** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1891, Beilagebd. 7, 430). — Die von Schabus als rhombisch-hemiëdrisch und zugleich hemimorph beschriebene Form des Milchzuckers ist monoklin-hemimorph:

$$a : b : c = 0,3677 : 1 : 0,2143; \quad \beta = 109° 47'.$$

Nach der polaren Symmetrieaxe gestreckte Combinationen von {100}, {0$\bar{1}$1}, {110}, {010}, {1$\bar{1}$0} und {0$\bar{1}$0}.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(0$\bar{1}$1) = | *70° 37′ | — |
| (0$\bar{1}$1):(0$\bar{1}$0) = | *78 36 | — |
| (0$\bar{1}$0):(1$\bar{1}$0) = | *70 55 | — |
| (0$\bar{1}$1):(1$\bar{1}$0) = | 75 33 | 75° 35′ |
| (0$\bar{1}$1):($\bar{1}\bar{1}$0) = | 112 9 | 112 14 |

Spaltbarkeit nach (010) und (100) und einer zu beiden nahezu senkrechten Ebene, nach letzterer am vollkommensten. Durch Spaltungsplättchen nach dieser Fläche sind beide Axen, deren Ebene ⊥ zu (010), sichtbar, aber mit geneigter Mittellinie, welche an der Verticalaxe 10°—11° (im stumpfen Winkel *ac*) bildet. $2E = 33° 35'$ *Na*, $\varrho < v$. Doppelbrechung negativ. Deutliche Pyroëlektricität; der analoge Pol liegt in (0$\bar{1}$0), der antiloge in (010).

Ref.: P. Groth.

**30. S. Czapski** (in Jena): **Die dioptrischen Bedingungen der Messung von Axenwinkeln mittelst des Polarisationsmikroskops** (N. Jahrb. f. Min. etc. 1891, Beilage-Bd. 7, 506—515). — Verf. untersucht die günstigsten Bedingungen für die mikrometrische Messung und für die richtige Schlussfolgerung aus der Beobachtung des Interferenzbildes bei convergentem Lichte. Sei $C$ das Collector- und $S$ das Objectivsystem des Polarisationsinstrumentes, so dass also zwischen beiden die planparallele Krystallplatte $K$ liegt; ferner sei $O$ der zwischen $C$ und $S$ liegende Kreuzungspunkt der Hauptstrahlen; die Neigung irgend eines parallelen Strahlenbündels zwischen $K$ und $S$ gegen die Axe sei $u$; die Neigung des zugehörigen Hauptstrahles jenseits von $S$ sei $u'$ und schneide die Axe in $O'$; der Abstand des Schnittpunktes von einem Hauptstrahle mit der hinteren Brennebene $F'$ von der Axe sei $h'$, es ist dann $\frac{h'}{\operatorname{tg} u} = f$, wenn $f$ die vordere Brennweite von $S$ ist. Im Allgemeinen schneiden die anderen Strahlen des parallelen Bündels mit gleichem $u$ nur bei sehr kleinem $u$ in demselben Punkte die Brennebene. Soll eine Abbildung möglich sein, so muss die Beziehung gelten: $\frac{n \sin u}{n' \sin u'} = \beta$, wenn $\beta$ das für den Punkt $O$ und dessen conjugirten Punkt $O'$ bestehende lineare Vergrösserungsverhältniss, $n$ der Brechungsexponent vor, $n'$ der des Mediums hinter $S$ bedeutet. Ist diese Beziehung, das sogenannte Sinusverhältniss, nicht erfüllt, so wird ein axiales Flächenelement durch die centralen Theile der von seinen einzelnen Punkten ausgehenden Büschel mit einer merklich anderen Vergrösserung abgebildet als durch die peripherischen, die partiellen Bilder jenes Punktes überdecken sich also nicht mehr, und deshalb ist dann eine Abbildung nicht möglich. Für ein System mit grossem Oeffnungswinkel kann die Sinusbedingung nur für ein Paar Punkte auf der Axe erfüllt sein, welche die aplanatischen heissen, und ein System, welches ein Paar solcher Punkte besitzt, wird ein aplanatisches genannt. Wird die Sinusbedingung als erfüllt angenommen und $h'$ mit Hilfe eines Hilfsmikroskopes, welches auf $F'$ eingestellt ist, gemessen, so ist

$$\sin u = \frac{1}{n} \frac{h'}{f} .$$

Für Strahlen, die dem gewöhnlichen Brechungsgesetze in der Richtung $w$ innerhalb des Krystalls mit dem Index $\nu$ genügen, ist:

$$\sin w = \frac{1}{\nu} \frac{h'}{f} .$$

$n$ ist bei Trockensystemen gleich Eins, bei Immersionslinsen gleich dem Brechungsindex der Immersionsflüssigkeit. Sind $\beta_1$ und $\beta_2$ die Vergrösserungen eines Objectes (Mikrometers) in zwei um eine gemessene Grösse $a$ von einander abstehenden Bildebenen, so ist $f = \frac{a}{\beta_2 - \beta_1}$.

Bringt man bei Anwendung eines Hilfsmikroskopes eine enge Blende hinter dessen Objectiv $G$ an die Stelle der Axe, welche in Bezug auf $G$ conjugirt zu $O'$ ist, also in Bezug auf $G + S$ zu $O$, dann können zum Auge nur solche Strahlen gelangen, welche vor der Brechung in $G$ nach $O'$ zielten, also die Sinusbedingung erfüllen. Ist diese Stelle der zweite Brennpunkt von $G$, so wird bei der Messung von $h'$ die Einstellung ganz ohne Einfluss, und man darf dann auf denjénigen Theil der Interferenzerscheinung in aller Schärfe einstellen, auf welchen sich

die Messung bezieht. Diese letzte Einrichtung des Mikrometerobjectivs heisst telecentrisch.

Die Bedingungen richtiger Messung sind somit:

1) »Das Condensorsystem *C* muss eine Apertur haben, die mindestens gleich der des Objectivs *S* ist, um das letztere vollständig ausnützbar zu machen.

2) Die Krystallplatte muss planparallel sein, was für die letzterwähnte Gleichung vorausgesetzt ist.

3) Es muss die Beziehung zwischen conjugirten Strahlenaxenwinkeln in einem Paar conjugirter Punkte *O* und *O'* von *S* bekannt sein.

4) In den einen derselben, *O*, muss die Krystallplatte, in dem anderen, *O'*, der Augenpunkt verlegt werden, letzteres durch geeignete Diaphragmirung des Hilfsmikroskops.

5) Am besten ist es, ein aplanatisches Objectiv *S* zu benutzen und den Strahlengang des Hilfsmikroskops telecentrisch zu machen.

6) Für Messung bei verschiedenen Wellenlängen muss das Objectiv apochromatisch sein in dem diesem Worte von Abbe beigelegten Sinne, nämlich sphärisch chromatisch und gleichzeitig in Bezug auf die Sinusbedingung corrigirt für das ganze sichtbare Spectrum.«

Ref.: J. Beckenkamp.

**81. A. Bömer** (in Münster): **Beiträge zur Kenntniss des Quarzes** (Neues Jahrb. f. Min. etc. 1891, Beil.-Bd. 7, 516). — Zur Untersuchung wurden verwandt Quarzkrystalle 1) von Vlotho an der Weser, 2) von Bramsche bei Osnabrück, 3) von Suttrop bei Brilon, Westfalen.

Im gelblichweissen Steinmergel des mittleren Keuper der Umgebung von Vlotho an der Weser finden sich Drusen von Quarz (»lippische Diamanten«). Speciell in den Mergelgruben in der Bauernschaft Uffeln auf der Höhe des Buhn ist der Mergel von einer Kalkschicht von etwa 0,2 m Mächtigkeit durchsetzt, in deren Hohlräumen zahlreiche Quarzkrystalle neben Kalkspath der Combination $\{02\bar{2}1\}$, $\{11\bar{2}0\}$ und Braunspath aufgewachsen sind. Die Quarzkrystalle sind stets kurzprismatisch, bis 6 mm dick, am unteren Ende trübe, im oberen Theile stets sehr klar. Gewöhnlich zeigen sie *p, z, m, s*. Die Flächen von *s* treten meist sehr regelmässig auf und erreichen oft bedeutende Grösse. Auch die Aetzung und das pyroëlektrische Verhalten zeigen, dass die Krystalle meist einfach, selten Zwillinge nach *m* sind.

Die Quarzkrystalle von Bramsche finden sich auf Spalten in einem eisenschüssigen Quarzit des unteren weissen Jura, sie sind langnadelig ausgebildet und zum Theil wasserklar, zum Theil durch Einschlüsse von Thon getrübt. Es treten an ihnen nur *p*, *z* und *m* auf; *p* gewöhnlich sehr gross, zum Theil als alleinige Endausbildung. Die dünnsten nadelförmigen Krystalle sind meist einfach, die grösseren zeigen complicirte Verwachsungen von rechts- und linksdrehenden Individuen in Lamellen nach *p* wie beim Amethyst, sowie Zwillinge nach *m*.

Bei Suttrop fanden sich die untersuchten Quarze etwa 50 m östlich von der Suttroper Vogelstange zahlreich an der Oberfläche und in der Erde, welch letztere sehr eisenreich ist. Die Krystalle sind beiderseitig ausgebildet, *p*, *z*, *m* bilden die einzigen beobachteten Formen, *p* und *z* meist im Gleichgewicht, *m* ziemlich gross entwickelt. Sie sind aus sehr dünnen Kappen aufgebaut, welche verschieden klar und zum Theil reich an Einschlüssen von Kalkspath sowie von Pyrit sind. Der Aufbau der Krystalle ist ein sehr complicirter, kein Krystall ist ein-

fach, die meisten sind Zwillinge zweier gleichdrehender Individuen nach *m* und enthalten kleinere Stücke von Individuen entgegengesetzter Drehung, zum Theil gleichfalls in Zwillingsstellung zu einander. Krystalle mit abwechselnd grossen und kleinen Rhomboëderflächen haben den einfachsten Bau, sie sind aber stets noch Zwillinge zweier gleichdrehender Individuen nach *m*. Wo beide Rhomboëder im Gleichgewicht sind, ist die Structur stets complicirter; ferner sind die Zwillingsverwachsungen um so verwickelter, je grösser der Krystall ist. Besonders bemerkenswerth ist ein Krystall, welcher oben aus einem Zwilling zweier rechter Individuen nach *m*, unten aus einem solchen zweier linker besteht; in der Mitte wird der Uebergang durch abwechselnde Lamellen gebildet. Bei einem andern geht die Zwillingsgrenze quer zur Längsrichtung, was sich auch schon an der Ausbildung der entsprechenden *R*-Flächen an den beiden Enden ausspricht.

Im Anschluss an diese Untersuchungen wurden Aetzversuche an Platten von Quarz $\perp c$ ausgeführt. Die Aetzfiguren sind hier stets Aetzhügel und wechseln nach der Concentration und Temperatur der angewandten *HFl*. Folgende Tabelle zeigt den Zusammenhang der Aetzfiguren mit diesen beiden Factoren.

| Aetzung mit *HFl* von % | | Linksquarz Hauptfigur: | Linksquarz Zuschärfung: | Rechtsquarz Hauptfigur: | Rechtsquarz Zuschärfung: |
|---|---|---|---|---|---|
| 0—20 % | | $-mR$ | — | $-mR$ | — |
| 20—50 % | | $-\frac{mPn}{4}r$ | $\frac{mP2}{4}l$ | $-\frac{mPn}{4}l$ | $\frac{mP2}{4}r$ |
| 100 % | kalt | $\frac{mP2}{4}l$ | $+\frac{mPn}{4}l$ | $\frac{mP2}{4}r$ | $+\frac{mPn}{4}r$ |
| 100 % | bei 100° | $-mR$ *) | — | $-mR$ *) | — |
| | | $+\frac{mPn}{4}l$ **) | — | $+\frac{mPn}{4}r$ **) | — |

Daraus folgt, dass die Aetzfiguren auf $0R$ bei zunehmender Concentration der *HFl* eine Drehung um die verticale Axe erleiden, die bei Rechtsquarz stets nach rechts, bei Linksquarz nach links erfolgt. An Platten von Suttroper Quarz traten eigenartige Aetzwälle $\parallel$ den Kanten des Prisma auf, die auch schon anderwärts beobachtet wurden; Verf. bringt diese mit dem schaligen Aufbau in Verbindung.

Aetzfiguren auf Platten nach $\{1\bar{2}10\}$ zeigen die Hemimorphie der Nebenaxen; auf der Seite, welche die Kanten, an denen die Trapezoëder auftreten, abstumpfen, haben sie die Form rechtwinkliger Dreiecke mit gebogener Hypotenuse und der längeren Kathete $\parallel$ der Hauptaxe, auf der Gegenfläche sind es Parallelogramme, deren eine Kante $\parallel$ der Hauptaxe, die andere $\parallel$ der Kante von *p* ist. Ferner wurde nach der Methode von Kundt die Pyroëlektricität des Quarzes eingehend geprüft und gefunden, dass die Vertheilung der pyroëlektrischen Zonen bei kleinen Krystallen (von 5 mm Durchmesser abwärts) beim Abkühlen unregelmässig wird, wenngleich ihre Grenzen $\parallel$ *c* verlaufen; bei ca. 2 mm dicken Krystallen wird der Verlauf der Zonen wieder regelmässig, allein das Vorzeichen ist entgegengesetzt. Ganz ebenso zeigen alle Krystalle, grosse wie kleine, wenn sie nach dem Erwärmen im Luftbade durch Eintauchen

*) Verschieden von $-mR$ der ersten Reihe.
**) Nur nach bereits vorhandenen Aetzfiguren mit 100 % *HFl* in der Kälte.

in eine Flüssigkeit rasch gekühlt werden, dass die Kanten, welche die Rhombenflächen tragen, stets positiv elektrisch werden. Es wird dies damit in Zusammenhang gebracht, dass kleine Krystalle sich an der Luft rascher abkühlen als grosse, ebenso wie die Abkühlung bei allen durch Eintauchen in eine kalte Flüssigkeit beschleunigt wird.

Ref.: E. Weinschenk.

**82. E. Cohen und E. Weinschenk** (in Greifswald): **Meteoreisenstudien** (Ann. k. k. nat. hist. Hofmus. Wien 1891, 5, 131—165). — Durch Einwirkung verdünnter *HCl* (1 *HCl* + 20 aq) wurden aus Meteoreisen einheitliche Substanzen isolirt und analysirt.

a) Taenit, dünne ‖ den Flächen des Oktaëders eingelagerte Bleche, von zinnweisser bis silberweisser Farbe, etwas schwerer als die Hauptmasse in *HCl* löslich, biegsam und elastisch, oft ausserordentlich dünn und dann zu packetähnlichen Haufwerken vereinigt.

Analysen: 1. Taenit (angew. 0,5303 g) aus dem Meteoreisen von Toluca, Mexico; 2. Taenit (angew. 0,1221 g) aus dem Meteoreisen von Wichita Co., Rio Brazos, Texas; 3. Taenit (angew. 0,2563 g) aus dem Meteoreisen von Glorieta Mountain, Canoncito, Santa Fé, Neu-Mexico.

| | 1. | 2. | 3. |
|---|---|---|---|
| *Fe* | 63,04 | 60,73 | 63,22 |
| *Ni* | 33,17 | 30,46 | 35,56 |
| *Co* | 0,38 | 1,46 | 1,39 |
| *Cu* | 0,14 | Spur | 0,56 |
| *P* | 0,11 | 0,16 | 0,00 |
| Schreibersit | 3,28 | 5,73 | Spur |
| | 100,12 | 98,54 | 100,73 |

Davon abweichend ist der Taenit aus Staunton, Augusta Co., Virginia. Farbe grau, Plättchen dicker und von geringerer Elasticität. Analyse (4) mit 0,37197 g ausgeführt: *C* = 1,18, *Fe* = 73,85, *Ni* = 23,88, *Co* = 2,12, *P* Spur, Summe 101,03.

b) Schreibersit: Prismatische Krystalle, sehr spröde und von rein zinnweisser Farbe, spaltbar nach drei auf einander senkrechten Flächen fast gleich vollkommen, doch scheint die Fläche ⊥ zur Längserstreckung diejenige vollkommenster Spaltbarkeit zu sein. Wachsthum oft lückenhaft, Oberfläche wie geflossen; sehr hoher Metallglanz. Analysen: 5. Schreibersit (angew. 0,4115 g) aus dem Meteoreisen von Toluca; 6. Schreibersit (angew. 0,1328 g) aus dem Meteoreisen von Hraschina bei Agram, Kroatien; 7. Schreibersit (angew. 0,4086 g) aus dem Meteoreisen von Glorieta Mountain.

| | 5. | 6. | 7. |
|---|---|---|---|
| *P* | 15,38 | 15,31 | 15,49 |
| *Fe* | 63,97 | 57,46 | 63,36 |
| *Ni* | 19,15 | 25,78 | 19,63 |
| *Co* | 1,68 | 1,32 | 1,23 |
| *Cu* | 0,00 | — | — |
| | 100,18 | 99,87 | 99,71 |

Die drei Analysen geben für Schreibersit ziemlich übereinstimmend die Formel $(FeNiCo)_3P$, von welcher zwei weitere Schreibersitanalysen, zu denen

aber nicht ebenso reichliches und gutes Material zur Verfügung stand, ziemlich abweichen. Analyse 8. Schreibersit (angew. 0,1197 g) aus dem Meteoreisen von Magura, Arvaer Comitat, Ungarn; 9. Schreibersit (angew. 0,1012 g) aus dem Meteoreisen von Schwetz a/Weichsel, Preussen.

| | 8. | 9. |
|---|---|---|
| *P* | 13,23 | 17,77 |
| *Fe* | 50,95 | 61,71 |
| *Ni* | 34,05 | 17,43 |
| *Co* | 0,59 | 1,70 |
| *Cr* | — | 0,17 |
| | 98,82 | 98,78 |

c) Kohlenstoffeisen aus dem Meteoreisen von Wichita Co. Spröde, zinnweisse Krystalle von tafelförmigem Habitus, welche in dem Eisen parallel den Flächen des Oktaëders eingelagert sind. Analyse 10. Angew. Subst. 0,6815 g. *C* 5,08, *Fe* 82,42, *Ni* 9,96, *Co* 2,20. Summe 99,66, entsprechend der Formel $(Fe, Ni, Co)_4C$, welche dem Spiegeleisen zukommt, mit welchem aber die Eigenschaften des vorliegenden Minerals in keiner Weise stimmen.

d) Kamazit. Stahlharte, zackige Partieen, in Salzsäure ziemlich leicht löslich. Dieselben sind zinnweiss, selten in's Eisengraue und umhüllen oft die Krystalle von Schreibersit. Analysen: 11. Kamazit aus dem Meteoreisen von Toluca. 12. Kamazit (angew. 0,9807 g) aus dem Meteoreisen von Magura. 13. Kamazit (angew. 0,6859 g) aus dem Meteoreisen von Wichita Co.

| | 11. | 12. | 13. |
|---|---|---|---|
| *Fe* | 93,28 | 93,25 | 93,77 |
| *Ni* | 6,48 (Diff.) | 6,40 | 6,66 |
| *Co* | | 0,88 | 0,84 |
| *P* | 0,00 | 0,12 | 0,02 |
| *C* | 0,24 | — | Spur |
| | 100,00 | 100,65 | 101,29 |

Die Analysen entsprechen annähernd der Formel $Fe_{14}(NiCo)$, mit welcher auch die Bauschanalyse einer grossen Anzahl hexaëdrischer Meteoreisen stimmt, wie die beigefügte Analyse (14) des Meteoreisens von Hex River Mts., Cap-Colonie, Südafrika, zeigt: *Fe* 93,33, *Ni* 5,58, *Co* 0,84; Schreibersit 0,94. Summe 100,69.

Ausserdem wurden im nichtmagnetischen Rückstande der verschiedenen Meteoreisen folgende Mineralien nachgewiesen: rhombische und monokline Pyroxene in fast allen; Cliftonit nur in Toluca, Chromit in Toluca und Magura, sowie eine Anzahl von nicht ganz sicher bestimmbaren Mineralien.

Ref.: E. Weinschenk.

**38. C. v. John** (in Wien): **Natürliches Vorkommen von Humussäure in dem Falkenauer Kohlenbecken** (Verh. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1891, 64). — Am Ausbiss eines Kohlenflötzes bei Theussau unweit Falkenau in Böhmen fand sich eine bröcklige, kohlige Masse, die in Ammoniak und kohlensaurem Natron vollständig löslich war und auf Zusatz von *HCl* wieder vollständig ausfiel. Bei 100° entweichen 59,25 $H_2O$, der Rest besteht aus *C* 54,98, *H* 4,64, *O* 39,98, Asche 0,40, etwa entsprechend $C_{46}H_{46}O_{25}$; es liegt also eine fast reine Humussäure vor.

Ref. E. Weinschenk.

**84. C. v. John** (in Wien): **Ueber die chemische Zusammensetzung des Taraspits von Vulpera bei Tarasp in der Schweiz und der Miemite überhaupt** (Verh. d. k. k. geol. Reichsanst. Wien 1891, 67). — Der Taraspit findet sich im Serpentin in der Nähe von Vulpera am sogenannten alten Wege nach Tarasp; er ist ein körniges, an den Kanten durchscheinendes Mineral mit Bänderung und einem Stiche in's Grüne. Die Resultate der Analysen geben I. und II. III ist eine neue Analyse des Miemit von Žepče in Bosnien. IV. Miemit von Miemo in Toscana, V. Miemit von Rakovac in Syrmien, welche mit besonderer Berücksichtigung eines $NiO$-Gehaltes wiederholt wurden.

| | I. | II. | III. | IV. | V. |
|---|---|---|---|---|---|
| $CaCO_3$ | 54,78 | 53,89 | 51,57 | 55,32 | 52,38 |
| $MgCO_2$ | 42,83 | 42,96 | 42,25 | 40,54 | 40,37 |
| $FeCO_3$ | 2,02 | 3,13 | 4,50 | 2,68 | 6,85 |
| $Al_2O_3$ | Spur | Spur | 1,23 | 0,43 | 0,57 |
| $NiO$ | 0,14 | 0,25 | 0,12 | 0,18 | 0,38 |
| Rückstand | 0,82 | — | — | — | 0,42 |
| | 100,59 | 100,23 | 99,67 | 99,15 | 100,97 |

Ref.: E. Weinschenk.

**85. M. Tscherne** (in Wien): **Bleiniere nach Bournonit von Litica in Bosnien** (Ebenda 211). — Bei Litica im Liubjathale am Fusse des Berges Javorik werden frei zu Tage stehende oxydische Eisenerze gewonnen, neben denselben findet sich Bleiglanz mit 0,04—0,1 % $Ag$ mit Limonit, Spatheisen, einem Bleisulfoantimoniat und dessen Zersetzungsproducten. Diese letzteren sind theils erdig, von gelber Farbe und haben die Zusammensetzung $Sb_2O_5$ 37,48, $PbO$ 50,12, $Fe_2O_3$ 5,6, $H_2O$ 7,39; es liegt also unreine Bleiniere vor, welche möglicherweise als Pseudomorphose nach Bournonit aufzufassen ist, da sie sich oft in regelmässigen Hohlräumen im Limonit findet, die den einfachen Formen des Bournonits von Neudorf a/H. ähnlich sind. Daneben findet sich Malachit in dünnen Krusten, sowie Cerussit in guten Krystallen der Combination {100}, {201}, {101}, {102}, {001}, {111}, {110}, {010}, {310}. Anglesit war nicht vorhanden.

Ref.: E. Weinschenk.

**86. E. Hibsch** (in Tetschen): **Mineralanalysen** (aus »Die Insel älteren Gebirges und ihre nächste Umgebung im Elbthale nördlich von Tetschen«. Jahrb. k. k. geol. Reichsanst. 1891, **41**, 235). — Sericit aus Sericitgneiss am rechten Elbufer unweit Tetschen, isolirt mit Kaliumquecksilberjodidlösung, hat folgende Zusammensetzung:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 47,97 | 47,73 |
| $Al_2O_3$ | 35,95 | 35,78 |
| $Fe_2O_3$ | 3,13 | 3,11 |
| $CaO$ | 0,55 | 0,55 |
| $MgO$ | 0,25 | 0,25 |
| $K_2O$ | 8,58 | 8,54 |
| $Na_2O$ | 0,54 | 0,54 |
| $H_2O$ | 4,53 | 4,50 |
| | 101,50 | 101,00 |

Spec. Gew. 2,88.

Ref.: E. Weinschenk.

**87. A. Sauer** (in Heidelberg): **Mineralanalysen** (aus »Der Granitit von Durbach im nördlichen Schwarzwalde und seine Grenzfacies von Glimmersyenit (Durbachit)«. Mittheil. Grossh. bad. geol. Landesanst. 1891, 2, 233). — Im normalen Granitit von Durbach finden sich grössere Krystalle von Mikroklin, welche wenig perthitisch verwachsenen Albit enthalten (Analyse I). Aus dem Durbacher Glimmersyenit konnte mit Klein'scher Lösung reines Material von schwärzlichgrüner Hornblende vom spec. Gewicht 2,94—2,96 isolirt werden (Analyse II).

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 64,53 | 54,89 |
| $Al_2O_3$ | 19,14 | 1,50 |
| $Fe_2O_3$ | Spur | 5,06 |
| $FeO$ | — | 7,46 |
| $CaO$ | 0,44 | 12,08 |
| $MgO$ | — | 16,01 |
| $Ka_2O$ | 12,40 | 0,38 |
| $Na_2O$ | 2,89 | 0,37 |
| $H_2O$ | 0,34 | 2,72 |
| | 99,74 | 100,47 |

Die Wasserbestimmung wurde nach der Sipöcz-Ludwig'schen Methode und zwar zweimal ausgeführt und gab die übereinstimmenden Resultate 2,72 und 2,75 %; Versuche, das Wasser durch Glühen bis zum Schmelzpunkte direct zu bestimmen, lieferten stets zu niedrige Resultate, woraus der Verf. schliesst, dass das gefundene Wasser als Constitutionswasser zu betrachten sei. Im Uebrigen weist die Analyse darauf hin, dass im Amphibolmolekül sich auch ein Silicat $\overset{III}{R}_2SiO_5$ befindet. Ref.: E. Weinschenk.

**88. F. Rinne** (in Berlin): **Ueber den Dimorphismus der Magnesia** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1891, 43, 231). — Aetzungen, welche an Spaltflächen von Periklas mit $HCl$ vorgenommen wurden, ergaben vollflächige Aetzfiguren. Eine zweite Modification der Magnesia, welche hexagonal und mit Zinkit isomorph wäre, wird dadurch wahrscheinlich gemacht, dass Spaltblättchen von Brucit, welche nach starkem Erhitzen mit Oel bedeckt im convergenten polarisirten Lichte untersucht wurden, das Axenbild eines optisch einaxigen, negativen Körpers von schwacher Doppelbrechung zeigten. Die leichte Umlagerung des Brucits in einaxiges $MgO$ unter Beibehaltung der Form wird noch durch die Aehnlichkeit der Axenverhältnisse von Brucit und Zinkit wahrscheinlicher.
Ref.: E. Weinschenk.

**89. J. Lemberg** (in Dorpat): **Die Aufstellung des Mischungsgesetzes der Feldspäthe durch J. F. Hessel** (Ebenda 254). — Verf. macht darauf aufmerksam, dass im »Taschenbuch für die gesammte Mineralogie von Leonhard« 1826, 1, 329 sich eine Arbeit Hessel's: Chemischer Bestand der Glieder der Feldspathfamilie, findet, in welcher der Labrador als Verbindung von 1 Albit und 3 Anorthit gedeutet und dann die allgemeine Formel aufgestellt wird: $x(3\overset{III}{R}S_3 + \overset{I}{R}S_3) + y(3\overset{III}{R}S + \overset{II}{R}S)$, wobei $\overset{III}{R} = Al_2O_3,\ Fe_2O_3$, $\overset{II}{R} = CaO,\ MgO$, $\overset{I}{R} = Na_2O,\ K_2O,\ Li_2O$ und $S = SiO_2$. Durch Umrechnung der damals angenommenen Atomgewichte auf die heutigen erhält man hieraus die richtige Formel.
Ref.: E. Weinschenk.

**40. K. A. Lossen** († in Berlin): **Andalusit aus dem Harz** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1891, 43, 534). — Am Koleborn und Sellenberg im Harzburger Forst finden sich in einem contactmetamorphischen Culmschiefer einzeln oder divergentstrahlig aggregirt frische glasige Krystalle von rosenrothem Andalusit.

Ref.: E. Weinschenk.

**41. K. Klein** (in Berlin): **Flussspath von Rabenstein bei Sarnthein (Tirol)** (Ebenda 554). — Fluoritkrystalle von diesem Fundorte zeigten die Formen {731}, {730} und {100}.

Ref.: E. Weinschenk.

**42. A. Osann** (in Heidelberg): **Mineralanalysen** (aus: Beiträge zur Kenntniss der Eruptivgesteine des Cabo de Gata II. Ebenda 697). — Ausgewitterte Hornblendekrystalle aus Dacit von der Granatilla zeigten die Combination {110}, {010}, {001}, {$\bar{1}$11}. Gemessen (110):(1$\bar{1}$0) = 55° 21′ 30″, ($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1) = 31° 22′, ($\bar{1}$11):($\bar{1}$10) = 68° 20′. Daraus folgte das Axenverhältniss $a:b:c$ = 0,5422 : 1 : 0,2931 ; $\beta$ = 75° 24′. Häufig sind Zwillinge nach {100}. Pleochroismus deutlich: 𝔞 hellgelbgrün, 𝔟 dunkelbraungrün, 𝔠 dunkelgrün, 𝔠 $\geqq$ 𝔟 $>$ 𝔞. Auslöschungsschiefe auf {010} 13°—15°, spec. Gew. 3,212. Chem. Zusammensetzung: $SiO_2$ 45,76, $TiO_2$ 1,43, $Al_2O_3$ 8,80, $Fe_2O_3$ 5,32, $FeO$ 11,23, $MnO$ 0,57, $MgO$ 14,08, $CaO$ 10,62, $Na_2O$ 1,39, $K_2O$ 0,26, $H_2O$ 0,85. Summe 100,31.

Aus dem Dacit von der Rambla de Mazarron wurden frische, prismatische Krystalle von Cordierit isolirt, welche die Formen zeigten: {110}, {010}, {100}, {001}, {111}, {112}. Am Cerro de Cristobal in der Nähe von Erzgängen ist der Cordierit in Pinit übergegangen; die Krystalle sind hier noch flächenreicher, aber matt; an denselben wurden noch die Formen {101}, {221}, {041} constatirt.

Ref.: E. Weinschenk.

**43. W. Müller** (in Charlottenburg): **Analyse von Granat** (aus: Contacterscheinungen am Glimmerschiefer der Schneekoppe. Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1891, 43, 730). — Granatkrystalle von blutrother Farbe und der Combination {110}, {211} aus contactmetamorphosirtem Glimmerschiefer der Schneekoppe haben nach der Analyse von Knorre die Zusammensetzung: $SiO_2$ 34,54, $Al_2O_3$ 22,26, $Fe_2O_3$ 7,09, $FeO$ 32,74, $MnO$ 2,32, $CaO$ 1,33.

Ref.: E. Weinschenk.

**44. E. Zimmermann** (in Berlin): **Flussspath von Oberhof im Thüringer Wald** (Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. 1891, 43, 980). — Das Mineral findet sich in bis erbsengrossen einzelnen Krystallen, farblos bis lichtviolett, in den Lithophysen eines Porphyrs.

Ref.: E. Weinschenk.

**45. A. Brunlechner** (in Klagenfurt): **Hornblendeanalysen** (aus: Die Abstammung der Eisenerze und der Charakter ihrer Lagerstätte im nordöstlichen Kärnthen. Carinthia 1891, 2, Nr. 2). — Analysen von Hornblenden aus »Hornblende-Eklogit«, a. von Semlach, b. von Lölling, c. von Wölch:

| | a. | b. | c. |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 48,80 | 45,66 | 47,02 |
| $Al_2O_3$ | 14,45 | 14,88 | 11,79 |
| $Fe_2O_3$ (+ $FeO$) | 16,77 | 17,44 | 17,20 |
| $MnO$ | 1,14 | 1,44 | 0,70 |
| $CaO$ | 11,26 | 10,27 | 14,56 |
| $MgO$ | 0,43 | 4,52 | 0,77 |
| | 92,85 | 94,21 | 92,04 |

Ref.: E. Weinschenk.

**46. H. v. Foullon** (in Wien): **Ueber Gesteine und Minerale von der Insel Rhodus** (Sitzungber. k. k. Akad. Wiss. Wien 1891, **100**, 144). — Aus einem Uralitgabbro von Rhoino wurde der Feldspath mittelst Kaliumquecksilberjodidlösung getrennt, und die reinste Partie vom spec. Gew. 2,742 analysirt. Der untersuchte Feldspath wird von warmer, verdünnter $HCl$ leicht zersetzt. $SiO_2$ 43,39, $Al_2O_3$ 35,02, $Fe_2O_3$ 1,00, $MgO$ 0,68, $CaO$ 18,63, $K_2O$ 0,12, $Na_2O$ 0,37, Glühverlust 1,31. Summe 100,52. Zwillingslamellen nach Albit- und Periklingesetz sind in grosser Menge vorhanden und beim Bestimmen der Auslöschungsschiefe sehr hinderlich; jedenfalls dürfte diese auf *M* höher als $-36^0$ sein. Es liegt ein dem Anorthit sehr nahestehender Plagioklas vor.

Im Flysch aus der Gegend von Sklipio findet sich ein lichtgrauer dichter Kalk, in welchem man makroskopisch Feldspathkryställchen erkennt, welche Zwillingslamellirung zeigen. Die Krystalle haben vorherrschend *M*, daneben *l*, *T*, *x* und *P*, doch sind die Flächen matt bis rauh. Die optischen Eigenschaften liessen auf Albit schliessen. Zur analytischen Bestimmung der Alkalien konnte nur 0,5 g, zu der der übrigen Gemengtheile 0,3 g verwendet werden. Es wurde gefunden: $SiO_2$ 67,1, $Al_2O_3$ 19,9, $Fe_2O_3$ 0,3, $MgO$ 0,8, $K_2O$ 0,5, $Na_2O$ 10,7, Glühverlust 1,1. Summe 100,4. Das angewandte Material enthielt geringe Verunreinigungen von thonartig aussehender und von kohliger Substanz.

Demselben geologischen Niveau gehören asbestartige Schiefer an; die untersuchten Proben sind von dreierlei Art. 1) Vielfach mit Kalk durchwachsene, schmutziggraue Faseraggregate, welche beim Zerreiben eine wollartige Masse bilden. Das faserige Mineral wird vor dem Löthrohre zuerst bräunlich, dann weiss und schmilzt schwer an den Rändern zu dunklem Email. Das zur Analyse verwandte Material war nicht vollständig rein, da es zu innig mit Carbonaten verwachsen ist und von Säuren leicht angegriffen wird. Bei $100^0$ verlor das vorher monatelang getrocknete Material 9,40 resp. 7,61 %, im ersteren Falle nahm es nur 7,96 % an der Luft wieder auf. Die Resultate der Analysen von Proben aus zwei verschiedenen Handstücken sind:

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 55,12 | 57,19 |
| $Al_2O_3$ | 0,07 | 0,31 |
| $Fe_2O_3$ | 3,36 | 4,85 |
| $FeO$ | 1,17 | |
| $MgO$ | 23,75 | 24,07 |
| $CaO$ | 4,36 | 2,85 |
| $CO_2$ | 3,60 | 2,05 |
| $H_2O$ | 8,71 | 9,47 |
| | 100,14 | 100,79 |

2) Tief lavendelblaue, schieferige Ausscheidungen, bestehend aus wellig gekrümmten Fasern mit Farbe und Pleochroismus des Glaukophan. Vor dem Löthrohre ist das Mineral nicht schmelzbar, es wird zuerst braun, dann dunkelgrau, endlich schwarz; von Säuren wird es schwer angegriffen. Das monatelang über $CaCl_2$ getrocknete Pulver verliert bei 100° noch nahezu 1% $H_2O$, das an der Luft wieder aufgenommen wird. Mikroskopisch erschien das Material sehr rein, die chemische Zusammensetzung zweier Proben zeigte aber Schwankungen, es wurden deshalb von der oberen Seite zweier Handstücke Proben zu Analysen (1a und 2a) verwendet und ebenso von der unteren (1b und 2b) derselben Stücke; zwei der Analysen wurden nur theilweise durchgeführt.

| | 1a. | 1b. | 2a. | 2b. |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 59,41 | 57,07 | 59,90 | 58,85 |
| $Al_2O_3$ | 0,22 | 0,69 | | 0,35 |
| $Fe_2O_3$ | 9,47 | 15,23 (Fe₂O₃ + FeO) | 15,02 (Al₂O₃ + Fe₂O₃ + FeO) | 9,32 |
| $FeO$ | 5,92 | | | 5,62 |
| $MgO$ | 17,40 | 19,84 | — | 17,07 |
| $CaO$ | 0,33 | — | — | 0,38 |
| $Na_2O$ | 3,67 | — | — | 3,63 |
| $K_2O$ | 0,14 | — | — | 0,21 |
| $H_2O$ | 4,14 | — | — | 4,79 |
| Glühverlust | — | 4,32 | — | — |
| | 100,70 | | | 100,22 |

3) Parallelfaserige, seidenglänzende Büschel eines lavendelblauen Minerals, welche breccienartig durch Kalk verkittet sind. Unter dem Mikroskop zeigen die feinen Fasern die Eigenschaften des Glaukophan, ausser Verunreinigungen durch Carbonate sind keine fremden Bestandtheile zu erkennen. Um die Carbonate zu entfernen, wurde eine Probe mit kalter verdünnter $HCl$ behandelt, und der Rest der Analyse unterzogen, welche ergab: $SiO_2$ 55,06, $Al_2O_3$ 0,49, $Fe_2O_3$ 15,48, $FeO$ 7,40, $MgO$ 11,49, $CaO$ 0,98, $Na_2O$ 6,38, $K_2O$ 0,80, $H_2O$ 1,98. Summe 100,06. Es würde demnach die asbestartige Ausbildung einer Glaukophanvarietät vorliegen, in welcher der grösste Theil von $Al_2Si_3O_9$ durch $Fe_2Si_3O_9$ ersetzt ist, für welche der Name »Rhodusit« vorgeschlagen wird.

Ref.: E. Weinschenk.

**47. A. Leuze** (in Stuttgart): **Die Gipse von Iselshausen** (Ber. d. XXIV Vers. oberrh. geol. Ver. 1891, 21). — Von dem schon früher beschriebenen Gypsvorkommen bei Iselshausen*) südl. von Nagold, Württemberg, wurden neuerdings ziemlich viele und grosse Krystalle gefunden, an welchen ausser den früher beobachteten Flächen noch {130} auftritt. Einer der Krystalle zeigt eine Knickung, welche als Zwillingsbildung nach ($\bar{5}$.4.20) gedeutet wird.

Ref.: E. Weinschenk.

**48. A. Leuze** (in Stuttgart): **Pseudomorphosen von Rotheisen nach Pyrit von Antonio Pereira** (Ebenda 28). — Von Antonio Pereira, Minas Geraës, lagen

*) Vergl. Ref. diese Zeitschr. 22, 84.

Krystalle der Combination $\pi\{210\}$, $\{100\}$, $\{111\}$ theils auch mit $\pi\{421\}$ vor. Sie bestanden aus Rotheisen gemengt mit etwa 50% Quarzsand.

Ref.: E. Weinschenk.

49. A. Knop († in Karlsruhe): **Mineralvorkommnisse aus der Gegend von Baden-Baden** (Ebenda 31). — In der Nähe von Badenscheuern fanden sich im Lias Belemniten, welche Pseudomorphosen von Kalkspath nach Aragonit darstellen. Wie Versuche ergaben, wandelt Aragonit sich in siedendem Wasser nicht in Kalkspath um, wohl aber, wenn er trocken auf etwa 350° erhitzt wird. Da sich in der Nähe Kalksteine mit vielen schön ausgebildeten Quarzkrystallen und Knollen von Eisenglanz finden, wird die Umwandlung auf derartig hohe Temperatur zurückgeführt; ausserdem findet sich dort Göthit in stengeligen Aggregaten.

Ref.: E. Weinschenk.

50. A. Liebrich (in Karlsruhe): **Notiz über Olivenit von Freudenstadt** (Ber. XXIV. Vers. oberrh. geol. Ver. 1891, 36). — Am Südende von Freudenstadt im württembergischen Schwarzwald finden sich an der Kniebisstrasse Barytgänge mit Fahlerz und dessen Zersetzungsproducten. Unter diesen findet sich Olivenit in feinen, durchsichtigen Nadeln, die unter dem Mikroskop die Combination $\{110\}$, $\{100\}$, $\{011\}$, selten $\{10l\}$ zeigen. Daneben kommen kleine honiggelbe bis gelbgrüne, diamantglänzende Würfelchen, wahrscheinlich von Pharmakosiderit vor (vergl. S. 282).

Ref.: E. Weinschenk.

51. J. Thiel (in Erlangen): **Beiträge zur Kenntniss der nutzbaren Mineralien des bairischen Waldes mit specieller Berücksichtigung des Silberberges bei Bodenmais** (Inaug.-Diss. Erlangen 1891). — Von folgenden Mineralien wurden die beigesetzten Analysen ausgeführt: 1. Magnetkies vom Silberberg bei Bodenmais: *Fe* 61,59, *S* 38,15, *Ag* 0,0042, *Cu* und *Zn* Spur, spec. Gew. 4,508. — 2. Zinkblende ebendaher: *Zn* 55,89, *Cd* 0,30, *Fe* 11,05, *S* 32,63. — 3. Bleiglanz von der Grube »Gottesgabe höchstes« ebendort: *Pb* 84,56, *Fe* 0,48, *Zn* 1,08, *Ag* 0,39, *S* 13,67, spec. Gew. 7,465. — 4. Magneteisen blättrig von der Spitze des Silberberges: $Fe_2O_3$ 68,11, $FeO$ 30,85, $MnO$ 0,80. — 5. Arsenkies vom Hühnerkobel bei Bodenmais: *As* 47,18, *S* 17,68, *Fe* 34,67, sp. Gew. 6,000. — 6. Als »Zinkvitriol« bezeichnete Neubildung von Grube Barbara im Silberberg: $SO_3$ 31,59, $Al_2O_3$ 10,87, $ZnO$ 4,26, $FeO$ 1,91, $MnO$ 0,60, $MgO$ 2,56, $H_2O$ 44,05, *Cu* und *Cd* Spuren. — 7. Eisenvitriol von dort: $SO_3$ 29,20, $FeO$ 22,32, $ZnO$ 1,52, $MnO$ 0,36, $MgO$ 1,67, $H_2O$ 44,52. — 8. Vitriolocker von dort: $Fe_2O_3$ 38,77, $SO_3$ 2,05, $H_2O$ 58,88. — 9. »Winebergit« (weisser Grubenschmant) von dort: $SO_3$ 15,61, $Al_2O_3$ 40,80, $Fe_2O_3$ 2,60, $MgO$ 0,78, $H_2O$ 40,21. — 10. Gelber Grubenschmant von dort: $Fe_2O_3$ 49,07, $SO_3$ 31,72, $K_2O$ 1,70, $H_2O$ 16,82. — 11. Brauneisenstein von dort: $Fe_2O_3$ 82,17, $SO_3$ 2,02, $SiO_2$ 1,44, $P_2O_5$ 0,25, $H_2O$ 14,22. — 12. Blauer Vivianit ebendaher: $P_2O_5$ 28,24, $Fe_2O_3$ 11,43, $FeO$ 36,58, $H_2O$ 23,50. — 13. Thraulit von daselbst: $SiO_2$ 35,97, $Fe_2O_3$ 48,55, $FeO$ 1,77, $H_2O$ 13,54. — 14. Metaxit von Stemmas bei Wunsiedel: $SiO_2$ 43,39, $Al_2O_3$ 6,01, $MgO$ 36,60, $FeO$ 1,51, $H_2O$ 12,65, spec. Gew. 2,523. — 15. Grüner Orthoklas vom Silberberg: $SiO_2$ 63,02, $Al_2O_3$ 19,57, $FeO$ 1,25, $MnO$ 0,75, $CaO$ 0,25, $BaO$ 0,21, $MgO$ Spur, $K_2O$ 12,03, $Na_2O$ 2,35, $H_2O$ 1,25, spec. Gew. 2,553. — 16. Rothbrauner

Almandin aus Pegmatit von Brandten bei Bodenmais: $SiO_2$ 35,37, $Al_2O_3$ 17,56, $Fe_2O_3$ 6,90, $FeO$ 32,26, $MnO$ 1,69, $CaO$ 1,52, $MgO$ 3,55, $H_2O$ 0,58, spec. Gew. 4,100. — 17. Muscovit aus Pegmatit von der Frath bei Bodenmais: $SiO_2$ 42,76, $Al_2O_3$ 37,08, $Fe_2O_3$ 2,75, $FeO$ 1,35, $MgO$ 0,05, $K_2O$ 8,62, $Na_2O$ 0,84, $H_2O$ 7,40, spec. Gew. 2,702. — 18. Biotit aus Cordieritgneiss vom Silberberg: $SiO_2$ 33,14, $Al_2O_3$ 18,45, $Fe_2O_3$ 9,03, $FeO$ 13,60, $MnO$ 0,78, $CaO$ 0,28, $BaO$ 0,23 $MgO$ 11,64, $K_2O$ 4,33, $Na_2O$ 1,45, $H_2O$ 8,04. In kleineren Mengen wurden qualitativ nachgewiesen *As*, (*Sn*), *Cu*, *Pb*, (*Bi*).

Ref.: E. Weinschenk.

52. **A. Liebrich** (in Karlsruhe): **Beitrag zur Kenntniss des Bauxits vom Vogelsberge** (Inaug.-Diss. Zürich-Giessen 1891). — Bauxit findet sich im Vogelsberge weit verbreitet und ist überall ein Umwandlungsproduct von Plagioklasbasalt, von welchem stets noch die Structur deutlich vorhanden ist. Titaneisen ist häufig noch unzersetzt, eine Analyse desselben aus einem Thon von der Grube am Firnewald nahe der Strasse Annerod-Steinbach ergab: $FeO$ 47,15, $TiO_2$ 52,63. Der Olivin ist in ein an Thonerdehydrat reiches krystallinisches Aggregat umgewandelt (Anal. I). Plagioklas und Augit geben eine durchsichtige weisse oder durch Eisenhydrat gefärbte Masse, welche z. Th. Aggregationspolarisation zeigt, z. Th. aber sich wie eine amorphe Substanz verhält. Die chemische Zusammensetzung beider Formen ist die gleiche. Analyse II giebt die Zusammensetzung eines krystallinischen Bauxit vom rothen Hang bei Grabenteich, III die eines amorphen Bauxit aus der Grube von Schäferling bei Lich, IV eines ebensolchen aus der Grube am Firnewald. In Hohlräumen sitzen oft Kryställchen bis $\frac{1}{10}$ mm gross, welche durch Ausbildung und Analyse als Hydrargillit erkannt wurden. Analyse Va und Vb geben die Zusammensetzung dieser Kryställchen aus den Hohlräumen eines Bauxits vom rothen Hang; dieselben erschienen unter dem Mikroskop als Combination der Formen {001}, {110}, {100}. Die Analysenresultate sind folgende:

| | I*). | II. | III. | IV. |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 0,78 | 1,10 | 2,78 | 4,92 |
| $Al_2O_3$ | 10,84 | 50,92 | 50,52 | 53,10 |
| $Fe_2O_3$ | 52,05 | 15,70 | 13,09 | 10,62 |
| $TiO_2$ | — | 3,20 | 3,08 | 2,80 |
| $CaO$ | 0,30 | 0,80 | 1,66 | 0,62 |
| $MgO$ | — | 0,16 | Spur | Spur |
| $H_2O$ | 12,24 | 0,85**) | 1,37**) | 1,46**) |
| | | 27,75 | 25,75 | 26,34 |
| | 76,66 | 100,48 | 99,15 | 99,86 |

| | Va. | Vb. |
|---|---|---|
| $Al_2O_3$ | 64,10 | 64,32 |
| $Fe_2O_3$ | 1,70 | 1,20 |
| $H_2O$ | 34,20 | 34,48 |
| | 100,00 | 100,00 |

Ref.: E. Weinschenk.

*) Enthielt noch 25,15 % Titaneisen.
**) Wasser, welches bei 100° weggeht, der Rest über 100°.

**58. E. Wülfing** (in Heidelberg): **Beiträge zur Kenntniss der Pyroxenfamilie in chemischer und optischer Beziehung** (Hab.-Schrift. d. Univ. Tübingen. Heidelberg 1891). — Um gesetzmässige Beziehungen zwischen der chemischen Zusammensetzung einerseits, dem optischen und krystallographischen Verhalten andererseits bei der Gruppe der Pyroxene genauer zu untersuchen, wurde die verhältnissmässig einfach zusammengesetzte Reihe der Diopside gewählt, von welchen Diopsid von Nordmarken Typus V, Diopsid von Ala, Diopsid von Nordmarken Typus IV, Diopsid von Nordmarken Typus I, Hedenbergit von Tunaberg in zusammenhängender Weise studirt wurden, woran sich noch die Untersuchung eines Aegirins vom Langesundfjord anschliesst. 1. Diopsid von Nordmarken Typus V. Durch Messungen an einem wohlausgebildeten Krystall wurden die krystallographischen Elemente bestimmt, $a : b : c = 1,0909 : 1 : 0,5866$, $\beta = 74^0 4{,}'5$, was innerhalb der Fehlergrenzen mit den von **Flink** gefundenen Werthen übereinstimmt. Mit Hülfe möglichst genau angeschliffener Flächen, deren Lage Verf. krystallographisch bestimmte, wurden die optischen Constanten gemessen:

| | *Li* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1,6675 | 1,6710 | 1,6749 |
| $\beta$ | 1,6744 | 1,6780 | 1,6818 |
| $\gamma$ | 1,6962 | 1,7000 | 1,7045 |
| $2V$ | 58° 52′ | 58° 43′ | 58° 30′ |
| $c : \mathfrak{c}$ | 39° 12′ | 39° 6½′ | 39° 3′ |

2. Für den Diopsid von Ala wurde bestimmt:

| | *Li* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1,6657 | 1,6695 | 1,6730 |
| $\beta$ | 1,6726 | 1,6764 | 1,6800 |
| $\gamma$ | 1,6944 | 1,6984 | 1,7025 |
| $2V$ | 59° 28′ | 59° 15′ | 58° 58′ |
| $c : \mathfrak{c}$ | 38° 47′ | 38° 41½′ | 38° 37′ |

3. Als optische Constanten des Diopsids von Nordmarken Typus IV wurden gefunden:

| | *Li* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1,6697 | 1,6734 | 1,6770 |
| $\beta$ | 1,6767 | 1,6804 | 1,6838 |
| $\gamma$ | 1,6990 | 1,7029 | 1,7057 |
| $2V$ | 59° 12′ | 58° 57′ | 58° 44′ |
| $c : \mathfrak{c}$ | 39° 41′ | 39° 35′ | 39° 30′ |

4. Der Diopsid von Nordmarken Typus I ergab:

| | *Eosin* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1,6956 | 1,6986 | 1,7030 |
| $\beta$ | 1,7028 | 1,7057 | 1,7103 |
| $\gamma$ | 1,7244 | 1,7271 | 1,7326 |
| $2V$ | 60° 37′ | 60° 28′ | 60° 19′ |
| $c : \mathfrak{c}$ | 44° 48,′5 | 44° 42′ | 44° 35,′5 |

5. Hedenbergit von Tunaberg:

| | *Li* | *Eosin* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|---|
| $\alpha$ | — | 1,7297 | 1,7320 | 1,7359 |
| $\beta$ | 1,7319 | 1,7340 | 1,7366 | 1,7411 |
| $\gamma$ | — | 1,7472 | 1,7506 | 1,7573 |

Es wird sodann durch eine Zusammenstellung der besseren Diopsidanalysen und eine daran sich anschliessende Berechnung der Verhältnisse von $MgO + FeO : CaO$ in denselben wahrscheinlich gemacht, dass ausser den Silicaten $CaMgSi_2O_6$ und $CaFeSi_2O_6$ noch das Silicat $MgFeSi_2O_6$ an der Constitution dieser Pyroxene betheiligt ist, und sodann aus den oben angeführten Werthen und den Analysen der betreffenden Diopside die optischen Constanten für das reine Silicat $CaMgSi_2O_6$ berechnet, welches folgende Zahlen gibt:

| | *Li* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1,6649 | 1,6685 | 1,6722 |
| $\beta$ | 1,6719 | 1,6755 | 1,6791 |
| $\gamma$ | 1,6941 | 1,6980 | 1,7015 |
| $2V$ | 58° 53′ | 58° 40′ | 58° 26′ |
| $c : \mathfrak{c}$ | 37° 55′ | 37° 50′ | 37° 45′ |

Für Aegirin vom Langesundfjord endlich wurden an einer grösseren Anzahl verschieden orientirter Platten und Prismen die optischen Constanten bestimmt, die gefundenen Werthe weisen aber nicht unerhebliche Schwankungen auf. Als Mittel derselben ergiebt sich folgende Tabelle:

| | *Eosin* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| $\alpha$ | 1,7590 | 1,7630 | 1,7714 |
| $\beta$ | 1,7929 | 1,7990 | 1,8096 |
| $\gamma$ | 1,8054 | 1,8126 | 1,8238 |
| $2V$ | 117° 25′ | 117° 47′ | 118° 16′ |
| $c : \mathfrak{c}$ | 93° 30′ | 94° 0′ | 94° 58′ |

Ref.: E. Weinschenk.

54. St. J. Thugutt (in Dorpat): **Mineralchemische Studien** (Diss. d. Univ. Dorpat 1891. Zeitschr. f. anorg. Chem. 1892, 2, 65). — Der Verf. geht von dem, jedenfalls auch für die Mineralchemie und speciell für die Erkenntniss der Constitution der Silicate sehr wichtigen Grundsatze der Substitution einzelner Bestandtheile aus, und studirt die Einwirkung von Gemengen von verschiedenen Natronsalzlösungen mit Natronlauge auf Kaolin bei einer Temperatur von ungefähr 200° und 50—100 stündiger Versuchsdauer. Die dabei erhaltenen Producte, welche der gegebenen Beschreibung nach keinen Anspruch darauf machen können, als homogen zu gelten, da sie nur zum Theil aus Krystallen bestehen und zumeist Gemenge der verschiedenartigsten Krystalliten mit amorphen Substanzen darstellen, werden insgesammt als Sodalith bezeichnet, da in denselben das Silicat $Na_2Al_2Si_2O_8$, neben dem bei der Darstellung angewandten Natronsalz und mehr oder weniger Wasser, vorhanden ist. Verf. stellt auf diese Weise eine grosse Reihe von Producten her, deren chemischen Charakter er im Namen ausdrückt. So bezeichnet er als Chloridsodalith eine Substanz, welche der Combination des Silicates ($Na_2Al_2Si_2O_8$) mit $NaCl$ entspricht, als Formiatsodalith die Combination desselben Silicates mit $NaHCO_2$, als Carbonatsodalith den natürlichen Cancrinit etc., wobei weder das Verhältniss von Salz zu Silicat ein constantes ist, noch auch irgend eine sonstige Aehnlichkeit mit dem als Sodalith bezeichneten Mineral vorhanden zu sein braucht; dazu kommt noch bei den meisten ein grösserer oder geringerer Wassergehalt (bis 9,5 %). Es wird sodann aus diesen Synthesen geschlossen, dass die Constitution der Sodalithe analog mit derjenigen der künstlich dargestellten, ganz unberechtigter Weise als Sodalith bezeichneten Substanzen

ist, woraus folgen würde, dass man die Mineralien der Sodalithreihe als Molekularverbindungen aufzufassen habe, in welchen die Alkalisalze gewissermassen das Krystallwasser ersetzen. — [Referent*) hatte schon früher Gelegenheit, darauf hinzuweisen, dass der Wissenschaft ein sehr schlechter Dienst geschieht, wenn man einfach Mineralnamen auf amorphe oder ganz abweichend krystallisirte Producte und Gemenge überträgt, da doch gewiss die Constitution eines Minerals und die krystallographischen Verhältnisse desselben in inniger Wechselbeziehung stehen, dass es also nicht angeht, von dem Verhalten amorpher oder anders krystallisirter Substanzen direct Schlüsse auf die Constitution bestimmt charakterisirter Mineralien zu ziehen, und noch viel weniger liegt in diesem speciellen Falle irgend eine Berechtigung vor, den Namen Sodalith, welcher dem regulär krystallisirenden Mineral von ganz bestimmter Constitution zukommt, einfach auf Gemenge von chemischen Verbindungen zu übertragen, welche entweder gar nicht oder ganz abweichend krystallisirt sind und auf alle Fälle mit dem betreffenden Mineral nichts zu thun haben. Von demselben Standpunkt sind die übrigen Capitel der Arbeit wohl als Beiträge zur anorganischen Chemie, nicht aber als mineralchemische Studien zu bezeichnen.]

Ref.: E. Weinschenk.

**55. A. Brun** (in Genf): **Künstliche Darstellung von Gesteinen; Krystalle von Reif** (Arch. scienc. phys. nat. 1891 (3), **25**, 239). — 40 Th. $SiO_2$, 37 $CaO$, 23 $Al_2O_3$ zur Rothgluth erhitzt geben eine harte graue mikrokrystalline Masse. Unter dem Mikroskope erkennt man in einem Glase zahlreiche Nadeln mit gerader Auslöschung und sehr hoher Doppelbrechung = 0,037. Durch Erhitzen zur lichten Weissgluth eines Gemenges von 40 $SiO_2$, 37 $CaO$, 120 $Al_2O_3$ erhält man eine krystalline Masse, bestehend aus Anorthit und Korund, letzteres Mineral entweder in Rhomboëdern mit Basis oder in grossen hexagonalen Tafeln.

Ausserdem wird ein Eiskrystall beschrieben, welcher eine vollständige hexagonale Pyramide darstellte, an deren Ecken wieder kleinere Pyramiden hingen.

Ref.: E. Weinschenk.

**56. Derselbe: Optische Eigenschaften von künstlichem Opal** (Ebenda, 720). — An künstlich dargestelltem, durchsichtigem Opal wurden die Brechungsexponenten bestimmt:

$$n_\alpha = 1,456768; \quad n_\beta = 1,463584; \quad n_\gamma = 1,467367;$$
$$n_{Ai} = 1,45431; \quad n_D = 1,45883.$$

Ref.: E. Weinschenk.

**57. H. Baumhauer** (in Lüdinghausen): **Ueber sehr flächenreiche, wahrscheinlich dem Jordanit angehörige Krystalle aus dem Binnenthal** (Sitz.-Ber. d. Akad. d. Wiss. Berlin 1891, 697—771).

**Derselbe: Ueber das Krystallsystem des Jordanit** (Ebenda 915—925).

Als Krystallsystem des Jordanit wurde bislang, auf Grund der vom Rath-schen**) Beobachtungen, das rhombische angenommen. Bekanntlich zeigten die vom Rath'schen Krystalle neben der Basis und dem Protoprisma eine Anzahl

*) Vergl. Ref. diese Zeitschr. **18**, 538.

**) Pogg. Ann. **122**, 387.

Protopyramiden und Brachydomen. Die letzteren ergänzen gewissermassen die ersteren zu scheinbar hexagonalen Pyramiden, indem zu je einem $mP$ ein $2m\breve{P}\infty$ hinzutritt. Den Winkel des Prismas (56° 31′), wie überhaupt die Winkel der Prismenzone, konnte G. vom Rath nicht messen. Die Durchmusterung dieser Zone, welche an Krystallen der neuen Fundstelle »Erdboden« im Binn vorzüglich entwickelt ist, ergab dem Verf. das überraschende Resultat, dass der Jordanit nicht dem rhombischen, sondern dem monoklinen Systeme angehört. Es entspricht hierbei die von G. vom Rath als Basis aufgefasste Fläche dem Klinopinakoid, das rhombische Brachypinakoid dem Orthopinakoid und das Makropinakoid der monoklinen Basis. Der vom Rath'sche Prismenwinkel (56° 31′) entspricht dem Winkel (101):(̄101), welcher zu 56° 29¾′ gefunden wurde. Die Abweichung vom rhombischen Systeme ist verhältnissmässig gering, da $\beta$ zu 89° 26½′ gefunden wurde. Die auf dem Klinopinakoid, der scheinbaren rhombischen Basis, auftretende Streifung geht parallel der Verticalaxe. vom Rath's Protopyramiden werden zu Hemipyramiden $\mp mP$, die Brachydomen zu den Prismen $\infty\!\!\!\!/\!\!P n$ und $\infty\!\!\!\!/\!\!P n$, die Makrodomen zu den Klinodomen $m\!\!\!\!/\!\!P\infty$.

Zur Aufstellung der Elemente dienten folgende Messungen:

$$(001):(101) = 28^0\ 6\tfrac{1}{2}'$$
$$(010):(250) = 38\ \ 58\tfrac{1}{4}$$
$$(001):(100) = 89\ \ 26\tfrac{1}{2}$$

hieraus ergiebt sich:

$$a : b : c = 0{,}4944967 : 1 : 0{,}2655237;$$
$$\beta = 89^0\ 26\tfrac{1}{2}'.$$

Den vom Rath'schen Fundamentalwerthen (rhombisch) $0P : \tfrac{1}{2}P = 65^0\ 0'$ und $\tfrac{1}{2}P : \tfrac{1}{2}P' = 50^0\ 49'$ entsprechen die nach obigem Axenverhältniss berechneten Winkel $-2\!\!\!/\!\!P2 : \infty\!\!\!/\!\!P\infty = 65^0\ 1'\ 0''$ und $-2\!\!\!/\!\!P2 : +2\!\!\!/\!\!P2 = 50^0\ 44'\ 36''$.

Die Richtigkeit der monosymmetrischen Auffassung zeigt sich auch sehr schön an der abweichenden Neigung je zweier, zusammen einer scheinbaren rhombischen Pyramide entsprechenden Hemipyramide zum Klinopinakoid, wie weiter unten in der Winkeltabelle zu ersehen ist. Auch die Zwillingsbildung, welche für den Jordanit so charakteristisch ist, beweist diese Zugehörigkeit zum monoklinen Systeme auf das bestimmteste, sie verläuft stets nur nach $+P\infty$, aber nie nach $-P\infty$. Wäre der Jordanit ursprünglich etwa rhombisch gewesen und nur durch eine Veränderung äusserer Umstände in das monosymmetrische System übergegangen, so muss man annehmen, dass die gewöhnliche lamellare Zwillingsbildung erst mit dem Uebergange entstanden sei. Denn sonst wäre bestimmt zu erwarten, dass diese Zwillingsbildung nicht nur nach $+P\infty$, sondern auch nach $-P\infty$ stattfände, da $\pm P\infty$ vorher ein rhombisches Prisma bildeten.

Die von vom Rath angegebenen Neigungswinkel entsprechen genau den Neigungen negativer Hemipyramiden, dieser Umstand wird durch die eben erwähnte Thatsache der einseitigen Zwillingsbildung aufgehellt. Sein erster von ihm gemessener Krystall war ein sehr regelmässiger Zwilling, dessen beide Individuen gleich stark entwickelt waren. Die von ihm gegebene Abbildung (Pogg. Ann. **122**, 387, Tafel III, Fig. 6) lässt erkennen, dass der aufgewachsene Krystall am freien Ende zwei negative Pyramidenzonen zeigen musste, denn die Zwillingsebene, parallel $+P\infty$, liegt in der Richtung der beiden Seiten der Tafel, welche direct an das aufgewachsene Ende anstossen, sie halbirt ausserdem genau den Krystall, und die beiden das freie Ende bildenden Zonen sind in Folge

der Zwillingsstellung gleichartig. Dies mag wohl der Grund sein, dass vom Rath die dem monoklinen Systeme entsprechende Verschiedenheit der beiden Pyramidenzonen übersah und demnach den Jordanit dem rhombischen Systeme zuwies.

Der Umstand, dass bei entschieden monoklinen Winkelverhältnissen die Krystalle in der Regel die entsprechenden sich paarweise zu einer scheinbaren rhombischen Pyramide ergänzenden positiven und negativen Hemipyramiden neben einander aufweisen, bedingt den pseudosymmetrischen, rhombischen Habitus der Krystalle. Beachtenswerth ist es auch, dass die Dimensionen der Krystalle, wie auch zum Theil ihr Habitus sich dem hexagonalen Systeme nähern.

Der Verf. hat sieben dieser flächenreichen Krystalle*), von beiden Fundstellen im Binnenthal herstammend, der krystallographischen Untersuchung unterzogen und bei dieser sehr viel Geduld und Aufmerksamkeit erfordernden Arbeit nicht weniger als 99 Formen, darunter viele neue, beobachtet.

Dieselben sind in der nachfolgenden Tabelle zusammengestellt und ist denselben entsprechenden Falles die von vom Rath und Lewis**) beobachtete Form nebst der vom Rath'schen Signatur und die rhombische Bezeichnung beigefügt. Die von Tschermak***) am Jordanit von Nagyág beobachteten Formen wurden an den Binnenthaler Krystallen nicht beobachtet. Sämmtliche Formen sind mit neuer Signatur bezeichnet, und zwar nach folgendem Schema, welches es leicht ermöglicht, in Zukunft noch aufzufindende weitere Formen den hier aufgeführten einzureihen:

1) $\mp mh = \mp m\bar{P}\infty$
2) $mk = m\grave{P}\infty$
3) $ns = \infty\bar{P}n$
4) $nr = \infty\grave{P}n$
5) $\mp mp = \mp mP$
6) $\mp nt = \mp \bar{P}n$
7) $\mp mu = \mp m\bar{P}m$
8) $\mp mv = \mp m\bar{P}m/2$
9) $\mp my = \mp m\bar{P}2m$
10) $\mp mq = \mp m\grave{P}m$
11) $\mp mz = \mp m\grave{P}m/2$
12) $\mp mx = \mp m\grave{P}m/3$
13) $\mp mw = \mp m\grave{P}3m$.

## Formentabelle.

Monoklin. Rhombisch.

| Signatur Baumhauer | Symbol Miller | Symbol Naumann | Signatur vom Rath | Symbol Miller | Symbol Naumann |
|---|---|---|---|---|---|
| $a$ | $\{100\}$ | $\infty\bar{P}\infty$ | — | — | — |
| $b$ | $\{010\}$ | $\infty\grave{P}\infty$ | $c$ | $\{001\}$ | $0P$ |
| $c$ | $\{001\}$ | $0P$ | — | — | — |
| $-h$ | $\{101\}$ | $-\bar{P}\infty$ | — | — | — |
| $+h$ | $\{10\bar{1}\}$ | $+\bar{P}\infty$ | $m$ | $\{110\}$ | $\infty P$ |
| $-2h$ | $\{201\}$ | $-2\bar{P}\infty$ | | | |
| $+2h$ | $\{20\bar{1}\}$ | $+2\bar{P}\infty$ | — | — | — |
| $-3h$ | $\{301\}$ | $-3\bar{P}\infty$ | — | $\{130\}$ | $\infty\breve{P}\infty$ L. |
| $+3h$ | $\{30\bar{1}\}$ | $+3\bar{P}\infty$ | | | |
| $-5h$ | $\{501\}$ | $-5\bar{P}\infty$ | — | — | — |
| $+5h$ | $\{50\bar{1}\}$ | $+5\bar{P}\infty$ | — | — | — |

*) Die Krystalle entstammen der Sammlung des Hrn. G. Seligmann in Coblenz.
**) Diese Zeitschr. 2, 191.
***) Min. Mittheil. von Tschermak 1873, 215.

| Monoklin. | | | Rhombisch. | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Signatur Baumhauer | Symbol Miller | Symbol Naumann | Signatur vom Rath | Symbol Miller | Symbol Naumann |
| $+8r$ | {180} | $\infty\not{P}8$ | — | — | — |
| $+\frac{15}{2}r$ | {2.15.0} | $\infty\not{P}\frac{15}{2}$ | — | — | — |
| $\frac{11}{2}r$ | {2.11.0} | $\infty\not{P}\frac{11}{2}$ | — | — | — |
| $5r$ | {150} | $\infty\not{P}5$ | — | — | — |
| $\frac{9}{2}r$ | {290} | $\infty\not{P}\frac{9}{2}$ | $\frac{2}{9}f$ | {029} | $\frac{2}{9}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{49}{12}r$ | {12.49.0} | $\infty\not{P}\frac{49}{12}$ | — | — | — |
| $4r$ | {140} | $\infty\not{P}4$ | $\frac{1}{4}f$ | {014} | $\frac{1}{4}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{32}{9}r$ | {9.32.0} | $\infty\not{P}\frac{32}{9}$ | — | — | — |
| $\frac{7}{2}r$ | {270} | $\infty\not{P}\frac{7}{2}$ | $\frac{2}{7}f$ | {027} | $\frac{2}{7}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{24}{7}r$ | {7.24.0} | $\infty\not{P}\frac{24}{7}$ | — | — | — |
| $3r$ | {130} | $\infty\not{P}3$ | $\frac{1}{3}f$ | {013} | $\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{11}{4}r$ | {4.11.0} | $\infty\not{P}\frac{11}{4}$ | — | — | — |
| $\frac{5}{2}r$ | {250} | $\infty\not{P}\frac{5}{2}$ | $\frac{2}{5}f$ | {025} | $\frac{2}{5}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{7}{3}r$ | {370} | $\infty\not{P}\frac{7}{3}$ | — | — | — |
| $\frac{27}{12}r$ | {12.27.0} | $\infty\not{P}\frac{27}{12}$ | — | — | — |
| $2r$ | {120} | $\infty\not{P}2$ | $\frac{1}{2}f$ | {012} | $\frac{1}{2}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{3}{2}r$ | {230} | $\infty\not{P}\frac{3}{2}$ | $\frac{2}{3}f$ | {023} | $\frac{2}{3}\breve{P}\infty$ |
| $\frac{5}{4}r$ | {450} | $\infty\not{P}\frac{5}{4}$ | — | — | — |
| $\frac{7}{6}r$ | {670} | $\infty\not{P}\frac{7}{6}$ | — | — | — |
| $r$ | {110} | $\infty P$ | $f$ | {011} | $\breve{P}\infty$ |
| $2s$ | {210} | $\infty P2$ | $2f$ | {021} | $2\breve{P}\infty$ |
| $4s$ | {410} | $\infty P4$ | — | — | — |
| $\frac{7}{2}k$ | {072} | $\frac{7}{2}\not{P}\infty$ | — | — | — |
| $3k$ | {031} | $3\not{P}\infty$ | $\frac{1}{3}d$ | $\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ | {103} |
| $\frac{5}{2}k$ | {052} | $\frac{5}{2}\not{P}\infty$ | — | {205} | $\frac{2}{5}\bar{P}\infty$ L. |
| $2k$ | {021} | $2\not{P}\infty$ | $\frac{1}{2}d$ | {102} | $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ |
| $\frac{3}{2}k$ | {032} | $\frac{3}{2}\not{P}\infty$ | — | {203} | $\frac{2}{3}\bar{P}\infty$ L. |
| $k$ | {011} | $\not{P}\infty$ | $d$ | {101} | $\bar{P}\infty$ |
| $\frac{1}{2}k$ | {012} | $\frac{1}{2}\not{P}\infty$ | — | — | — |
| $+18q$ | $\{1.18.\bar{1}\}$ | $+18\not{P}18$ | — | — | — |
| $-17q$ | {1.17.1} | $-17\not{P}17$ | — | — | — |
| $-14q$ | {1.14.1} | $-14\not{P}14$ | — | — | — |
| $+12q$ | $\{1.12.\bar{1}\}$ | $+12\not{P}12$ | — | — | — |
| $+11q$ | $\{1.11.\bar{1}\}$ | $+11\not{P}11$ | — | — | — |
| $+\frac{32}{3}q$ | $\{3.32.\bar{3}\}$ | $+\frac{32}{3}\not{P}\frac{32}{3}$ | — | — | — |
| $-10q$ | {1.10.1} | $-10\not{P}10$ | — | — | — |
| $+10q$ | $\{1.10.\bar{1}\}$ | $+10\not{P}10$ | — | — | — |
| $-9q$ | {191} | $-9\not{P}9$ | $\frac{1}{9}o$ | {119} | $\frac{1}{9}P$ |
| $+9q$ | $\{19\bar{1}\}$ | $+9\not{P}9$ | | | |
| $-8q$ | {181} | $-8\not{P}8$ | $\frac{1}{8}o$ | {118} | $\frac{1}{8}P$ |
| $+8q$ | $\{18\bar{1}\}$ | $+8\not{P}8$ | | | |
| $-7q$ | {171} | $-7\not{P}7$ | $\frac{1}{7}o$ | {117} | $\frac{1}{7}P$ |
| $+7q$ | $\{17\bar{1}\}$ | $+7\not{P}7$ | | | |
| $-6q$ | {161} | $-6\not{P}6$ | $\frac{1}{6}o$ | {116} | $\frac{1}{6}P$ |
| $+6q$ | $\{16\bar{1}\}$ | $+6\not{P}6$ | | | |
| $-5q$ | {151} | $-5\not{P}5$ | $\frac{1}{5}o$ | {115} | $\frac{1}{5}P$ |
| $+5q$ | $\{15\bar{1}\}$ | $+5\not{P}5$ | | | |
| $-4q$ | {141} | $-4\not{P}4$ | $\frac{1}{4}o$ | {114} | $\frac{1}{4}P$ |
| $+4q$ | $\{14\bar{1}\}$ | $+4\not{P}4$ | | | |
| $-\frac{7}{2}q$ | {272} | $-\frac{7}{2}\not{P}\frac{7}{2}$ | $\frac{2}{7}o$ | {227} | $\frac{2}{7}P$ |
| $+\frac{7}{2}q$ | $\{27\bar{2}\}$ | $+\frac{7}{2}\not{P}\frac{7}{2}$ | | | |
| $-3q$ | {131} | $-3\not{P}3$ | $\frac{1}{3}o$ | {113} | $\frac{1}{3}P$ |
| $+3q$ | $\{13\bar{1}\}$ | $+3\not{P}3$ | | | |

Monoklin. Rhombisch.

| Signatur Baumhauer | Symbol Miller | Symbol Naumann | Signatur vom Rath | Symbol Miller | Symbol Naumann |
|---|---|---|---|---|---|
| $+\frac{5}{2}q$ | $\{25\bar{2}\}$ | $+\frac{5}{2}\not P\frac{5}{2}$ | — | $\{225\}$ | $\frac{2}{5}P$ L. |
| $-2q$ | $\{121\}$ | $-2\not P2$ | $\frac{1}{2}o$ | $\{112\}$ | $\frac{1}{2}P$ |
| $+2q$ | $\{12\bar{1}\}$ | $+2\not P2$ | | | |
| $-p$ | $\{111\}$ | $-P$ | $o$ | $\{111\}$ | $P$ |
| $+p$ | $\{11\bar{1}\}$ | $+P$ | | | |
| $-2t$ | $\{212\}$ | $-\not P2$ | — | — | — |
| $+2t$ | $\{21\bar{2}\}$ | $+\not P2$ | — | — | — |
| $+\frac{28}{3}t$ | $\{28.3.\overline{28}\}$ | $+\not P\frac{28}{3}$ | — | — | — |
| $-8x$ | $\{381\}$ | $-8\not P\frac{8}{3}$ | — | — | — |
| $-7x$ | $\{371\}$ | $-7\not P\frac{7}{3}$ | — | $\{137\}$ | $\frac{3}{7}\breve{P}3$ |
| $-6x$ | $\{361\}$ | $-6\not P2$ | $\frac{1}{6}u$ | $\{136\}$ | $\frac{1}{2}\breve{P}3$ |
| $+6x$ | $\{36\bar{1}\}$ | $+6\not P2$ | | | |
| $-5x$ | $\{351\}$ | $-5\not P\frac{5}{3}$ | — | — | — |
| $+5x$ | $\{35\bar{1}\}$ | $+5\not P\frac{5}{3}$ | — | — | — |
| $-4x$ | $\{341\}$ | $-4\not P\frac{4}{3}$ | $\frac{1}{4}u$ | $\{134\}$ | $\frac{3}{4}\breve{P}3$ |
| $+4x$ | $\{34\bar{1}\}$ | $+4\not P\frac{4}{3}$ | | | |
| $-3p$ | $\{331\}$ | $-3P$ | $\frac{1}{3}u$ | $\{133\}$ | $\breve{P}3$ |
| $+3p$ | $\{33\bar{1}\}$ | $+3P$ | | | |
| $-5v$ | $\{521\}$ | $-5\not P\frac{5}{2}$ | — | — | — |
| $-3v$ | $\{321\}$ | $-3\not P\frac{3}{2}$ | — | $\{132\}$ | $\frac{3}{2}\breve{P}3$ |
| $+3v$ | $\{32\bar{1}\}$ | $+3\not P\frac{3}{2}$ | | | |
| $-3u$ | $\{311\}$ | $-3\not P3$ | $u$ | $\{131\}$ | $3\breve{P}3$ |
| $+3u$ | $\{31\bar{1}\}$ | $+3\not P3$ | | | |
| $-3z$ | $\{23\bar{1}\}$ | $+3\not P\frac{3}{2}$ | — | — | — |
| $+\frac{5}{2}z$ | $\{45\bar{2}\}$ | $+5\not P\frac{5}{2}$ | — | — | — |
| $-2u$ | $\{211\}$ | $-2\not P2$ | — | — | — |
| $+2u$ | $\{21\bar{1}\}$ | $+2\not P2$ | — | — | — |
| $-2y$ | $\{412\}$ | $-2\not P4$ | — | — | — |
| $+2y$ | $\{41\bar{2}\}$ | $+2\not P4$ | — | — | — |
| $-\frac{7}{3}w$ | $\{173\}$ | $-\frac{7}{3}\not P7$ | — | — | — |
| $+2w$ | $\{16\bar{3}\}$ | $+2\not P6$ | — | — | — |
| $-\frac{5}{3}w$ | $\{153\}$ | $-\frac{5}{3}\not P5$ | — | — | — |
| $+\frac{5}{3}w$ | $\{15\bar{3}\}$ | $+\frac{5}{3}\not P5$ | — | — | — |
| $+\frac{4}{3}w$ | $\{14\bar{3}\}$ | $+\frac{4}{3}\not P4$ | — | — | — |

Von den bisher am Jordanit beobachteten Formen fehlen in obiger Tabelle noch:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\mp\frac{3}{2}t$ | $\mp\not P\frac{3}{2}$ | $\{323\}$ $\{32\bar{3}\}$ | — | $\frac{3}{2}P$ | $\{332\}$ Tsch. |
| $\pm4t$ | $\mp\not P4$ | $\{414\}$ $\{41\bar{4}\}$ | — | $4P$ | $\{441\}$ - |
| $\frac{7}{4}r$ | $\infty\not P\frac{7}{4}$ | $\{470\}$ | $\frac{4}{7}f$ | $\frac{4}{7}\breve{P}$ | $\{047\}$ |
| $\mp7x$ | $\mp7\not P\frac{7}{3}$ | $\{371\}$ $\{37\bar{1}\}$ | $\frac{1}{7}u$ | $\frac{3}{7}\breve{P}3$ | $\{137\}$. |

Um ein vollständiges Bild der gewonnenen Messungsresultate zu geben, hat der Verf. nicht die Mittelwerthe, sondern die einzelnen erhaltenen Zahlen mitgetheilt, dem Rahmen des Referates entsprechend sind jedoch an dieser Stelle in den nachfolgenden Tabellen die Mittelwerthe eingesetzt worden. Die Formen sind nach folgenden Zonen geordnet:

| | |
|---|---|
| 1) $\infty\bar{P}\infty : 0P$ | 5) $\infty\breve{P}\infty : -5\bar{P}\infty$ |
| 2) $\infty\breve{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$ | 6) $\infty\breve{P}\infty : \mp 3\bar{P}\infty$ |
| 3) $\infty\breve{P}\infty : 0P$ | 7) $\infty\breve{P}\infty : \mp 2\bar{P}\infty$ |
| 4) $\infty\breve{P}\infty : \mp\bar{P}\infty$ | 8) $\infty\breve{P}\infty : \mp\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ . |

Die Flächen $\mp\frac{1}{3}\bar{P}\infty$ wurden zwar nicht beobachtet, wohl aber mehrere unter 7) aufgeführte Formen, deren Flächen zwischen den Zonen $\infty\breve{P}\infty : 0P$ und $\infty\breve{P}\infty : \mp\bar{P}\infty$ gelegen sind. Die unter 6) und 7) genannten Zonen wurden bisher am Jordanit nicht beobachtet.

## Winkeltabelle.

### 1. Zone $\infty\bar{P}\infty : 0P$.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (001):(100) | = 89° 26′ 30″ | 89° 26′ 6″ |
| :(101) | = 28 6 30 | 28 6 20 |
| :$(10\bar{1})$ | = 28 21 30 | 28 22 30 |
| (101):(301) | = 29 39 29 | 29 42 33 |
| (101):$(30\bar{1})$ | = 30 12 50 | 30 12 10 |
| (100):(201) | = 42 41 58 | 42 48 ca. |
| (100):$(20\bar{1})$ | = 43 13 5 | 43 16 0 |
| (101):$(10\bar{1})$ | = 56 28 0 | 56 29 4 |
| (100):(301) | = 31 40 31 | 31 36 24 |
| :$(30\bar{1})$ | = 31 59 10 | 32 0 15 |
| :(501) | = 20 21 36 | 20 21 0 |
| :$(50\bar{1})$ | = 20 29 46 | 20 31 45 |
| (501):(301) | = 11 18 55 | 11 20 0 |
| $(20\bar{1})$:$(30\bar{1})$ | = 11 13 55 | 11 14 0 |
| $(50\bar{1})$:$(30\bar{1})$ | = 11 29 24 | 11 32 0 |
| (100):(101) | = 61 20 0 | 61 24 0 |

### 2. Zone $\infty\breve{P}\infty : \infty\bar{P}\infty$.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (010):(180) | = 14° 11′ 13″ | 14° 8′ 30″ |
| :(2.15.0) | = 15 5 27 | 15 4 0 |
| :(2.11.0) | = 20 11 19 | 20 10 40 |
| :(150) | = 22 1 19 | 22 1 30 |
| :(290) | = 24 11 59 | 24 12 10 |
| :(12.49.0) | = 26 20 52 | 26 22 15 |
| :(140) | = 26 49 14 | 26 47 50 |
| :(9.32.0) | = 29 37 50 | 29 37 30 |
| :(270) | = 30 1 12 | 29 59 19 |
| :(7.24.0) | = 30 32 4 | 30 34 15 |
| :(130) | = 33 59 5 | 33 59 54 |

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (010):(4.11.0) | = 36° 19′ 51″ | 36° 17′ 0″ |
| :(250) | = 38 58 15 | 38 58 32 |
| :(370) | = 40 54 58 | 40 55 30 |
| :(12.27.0) | = 41 57 0 | 41 57 15 |
| :(120) | = 49 19 6 | 49 19 5 |
| :(230) | = 53 26 7 | 53 26 30 |
| :(450) | = 58 16 48 | 58 16 30 |
| :(670) | = 60 1 12 | 60 0 45 |
| :(110) | = 63 41 20 | 63 41 19 |
| :(210) | = 76 6 46 | 76 5 19 |
| :(410) | = 82 57 11 | 82 57 50 |
| :(100) | = 90 0 0 | 89 59 18 |

Direct gemessene Werthe:

| | | |
|---|---|---|
| $(210):(2\bar{1}0)$ | = 27 46 28 | 27 45 20 |
| $(110):(1\bar{1}0)$ | = 52 37 20 | 52 35 15 |
| $(230):(2\bar{3}0)$ | = 73 7 46 | 73 6 0 |
| $(120):(1\bar{2}0)$ | = 89 21 48 | 89 21 45 |
| $(250):(2\bar{5}0)$ | = 102 3 30 | 102 3 15 |
| $(130):(1\bar{3}0)$ | = 112 1 50 | 112 0 30 |

### 3. Zone $\infty \breve{P} \infty : 0P$.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (010):(072) | = 47° 5′ 57″ | 47° 0′ 20″ |
| :(031) | = 51 27 41 | 51 25 7 |
| :(052) | = 56 25 29 | 56 24 41 |
| :(021) | = 62 1 51 | 62 1 30 |
| :(032) | = 68 17 3 | 68 15 52 |
| :(011) | = 75 7 49 | 75 8 15 |
| :(012) | = 82 26 16 | 82 25 15 |
| :(001) | = 90 0 0 | 90 0 0 |

### 4. Zonen $\infty \breve{P} \infty : \mp \breve{P} \infty$.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| $(010):(1.18.\bar{1})$ | = 13° 18′ 27″ | 13° 17′ 0″ |
| :(1.17.1) | = 14 10 13 | 14 14 0 |
| :(1.14.1) | = 17 2 42 | 16 58 30 |
| $:(1.14.\bar{1})$ | = 16 54 54 | 16 50 0 |
| $:(1.12.\bar{1})$ | = 19 32 4 | 19 29 30 |
| $:(1.11.\bar{1})$ | = 21 9 32 | 21 10 0 |
| $:(3.32.\bar{3})$ | = 21 45 33 | 21 49 0 |
| :(1.10.1) | = 23 13 49 | 23 11 37 |
| $:(1.10.\bar{1})$ | = 23 3 43 | 23 5 0 |
| :(191) | = 25 29 50 | 25 29 0 |
| $:(19\bar{1})$ | = 25 19 1 | 25 17 51 |
| :(181) | = 28 12 54 | 28 11 32 |
| $:(18\bar{1})$ | = 28 1 18 | 28 1 56 |

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| $(010):(171)$ = | 31° 30′ 57″ | 31° 30′ 51″ |
| $:(17\bar{1})$ = | 31 18 32 | 31 17 39 |
| $:(161)$ = | 35 34 45 | 35 34 20 |
| $:(16\bar{1})$ = | 35 21 33 | 35 21 1 |
| $:(151)$ = | 40 38 40 | 40 38 30 |
| $:(15\bar{1})$ = | 40 24 53 | 40 22 45 |
| $:(141)$ = | 47 1 7 | 47 2 6 |
| $:(14\bar{1})$ = | 46 47 11 | 46 47 22 |
| $:(272)$ = | 50 48 20 | 50 49 15 |
| $:(27\bar{2})$ = | 50 34 39 | 50 33 30 |
| $:(131)$ = | 55 2 57 | 55 2 24 |
| $:(13\bar{1})$ = | 54 49 49 | 54 48 39 |
| $:(121)$ = | 65 1 0 | 65 0 3 |
| $:(12\bar{1})$ = | 64 50 17 | 64 48 34 |
| $:(111)$ = | 76 53 7 | 76 52 2 |
| $:(11\bar{1})$ = | 76 46 56 | 76 47 6 |
| $:(212)$ = | 83 21 20 | 83 24 0 |
| $:(21\bar{2})$ = | 83 18 7 | 83 19 18 |
| $:(28.3.\bar{28})$ = | 88 33 30 | 88 33 30 |
| $:(101)$ = | 90 0 0 | 89 59 30 |
| $:(10\bar{1})$ = | 90 0 0 | 90 0 0 |
| $(1.10.\bar{1}):(1.\bar{10}.\bar{1})$ = | 133 52 34 | 133 50 30 |
| $(19\bar{1}):(1\bar{9}\bar{1})$ = | 129 21 58 | 129 12 30 |
| $(17\bar{1}):(1\bar{7}\bar{1})$ = | 117 22 56 | 117 23 30 |
| $(161):(1\bar{6}1)$ = | 108 50 30 | 108 49 30 |
| $(13\bar{1}):(1\bar{3}\bar{1})$ = | 70 20 22 | 70 24 30 |
| $(12\bar{1}):(1\bar{2}\bar{1})$ = | 50 19 26 | 50 21 0 |
| $(121):(1\bar{2}1)$ = | 49 58 0 | 50 1 0 |
| $(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$ = | 26 26 8 | 26 27 30 |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | 26 13 46 | 26 16 30 |
| $(13\bar{1}):(11\bar{1})$ = | 21 57 7 | 21 55 52 |
| $(13\bar{1}):(14\bar{1})$ = | 8 2 38 | 8 0 30 |
| $(13\bar{1}):(16\bar{1})$ = | 19 28 16 | 19 27 45 |
| $(12\bar{1}):(11\bar{1})$ = | 11 56 39 | 11 49 45 |
| $(12\bar{1}):(25\bar{2})$ = | 5 15 33 | 5 19 30 |
| $(25\bar{2}):(13\bar{1})$ = | 4 44 55 | 4 40 45 |
| $(13\bar{1}):(15\bar{1})$ = | 14 24 56 | 14 28 30 |

### 5. Zone $\infty\bar{P}\infty$ : $-5\bar{P}\infty$.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| $(010):(501)$ = | 90° 0′ 0″ | 89° 57′ 45″ |
| $:(521)$ = | 79 31 55 | 79 33 0 |
| $(521):(5\bar{2}1)$ = | 20 56 10 | 20 54 0 |

### 6. Zonen $\infty\bar{P}\infty$ : $\mp 3\bar{P}\infty$.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| $(010):(381)$ = | 41° 52′ 36″ | 41° 50′ 15″ |
| $:(371)$ = | 45 41 45 | 45 38 15 |

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (010):(361) | = 50° 5′ 7″ | 50° 3′ 20″ |
| :$(36\bar{1})$ | = 49 50 20 | 49 48 28 |
| :(351) | = 55 7 5 | 55 5 0 |
| :$(35\bar{1})$ | = 54 52 59 | 54 52 22 |
| :(341) | = 60 51 4 | 60 50 30 |
| :$(34\bar{1})$ | = 60 38 16 | 60 38 41 |
| :(331) | = 67 18 4 | 67 14 57 |
| :$(33\bar{1})$ | = 67 7 21 | 67 6 6 |
| :(321) | = 74 25 7 | 74 24 15 |
| :$(32\bar{1})$ | = 74 17 19 | 74 15 25 |
| :(311) | = 82 3 45 | 82 1 52 |
| :$(31\bar{1})$ | = 81 59 38 | 81 57 6 |
| :(301) | = 90 0 0 | 89 59 55 |
| :$(30\bar{1})$ | = 90 0 0 | 89 58 15 |
| (321):$(3\bar{2}1)$ | = 31 9 46 | 31 10 0 |
| (331):$(3\bar{3}1)$ | = 45 23 52 | 45 34 0 |
| (341):$(3\bar{4}1)$ | = 58 17 52 | 58 17 30 |
| (361):$(3\bar{6}1)$ | = 79 49 46 | 79 54 30 |

### 7. Zonen ∞P∞ : ∓2P∞.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (010):$(23\bar{1})$ | = 61°23′ 19″ | 61°22′ 30″ |
| :$(45\bar{2})$ | = 65 33 19 | 65 33 0 |
| :(211) | = 79 47 33 | 79 47 27 |
| :$(21\bar{1})$ | = 79 41 41 | 79 41 0 |
| :(412) | = 84 51 19 | 84 50 15 |
| :$(41\bar{2})$ | = 84 48 19 | 84 52 0 |

### 8. Zonen ∞P∞ : ∓⅓P∞.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (010):(173) | = 58°40′ 11″ | 58°38′ 30″ |
| :$(16\bar{3})$ | = 62 21 40 | 62 22 30 |
| :(153) | = 66 30 0 | 66 36 0 |
| :$(15\bar{3})$ | = 66 25 28 | 66 24 45 |
| :$(14\bar{3})$ | = 70 45 21 | 70 46 30 |
| (021):$(16\bar{3})$ | = 8°57′ 50″ | 8°59′ 0″ |
| (052):(173) | = 8 51 43 | 8 47 45 |

In der zweiten cit. Abhandlung (S. 918—919) theilt der Verf. noch einige Beobachtungen mit, welche darauf hinzudeuten scheinen, dass eine Zwillingsbildung stattgefunden haben könnte, derart, dass die Zone ∞P∞ : —P∞ mit der Zone ∞P∞ : +P∞ eines lamellar eingeschalteten Individuums, dessen Klinopinakoid mit dem des Stammindividuums parallel liegt, zusammenfällt. Die Art der Verwachsung wäre auf keine krystallonomisch mögliche Fläche zurückzuführen, sie gliche der von **Brögger** am Hydrargillit (5. Gesetz) und vom

Verf. am Kryolith beschriebenen. Ueber diese Art der Verbindung zweier Individuen im monoklinen Systeme siehe auch die kurze Betrachtung des Verfs. in dieser Zeitschr. 18, 359.

Ref.: F. Grünling.

58. **O. Helm** (in Danzig): **Ueber Rumänit** (Schriften d. naturf. Gesellsch. zu Danzig 1891, N. F. 7, Heft 4). — An einigen Orten in Rumänien findet sich ein bernsteinartiges, fossiles Harz, welches der Verf. als »Rumänit« bezeichnet. Es ist von bräunlichgelber bis brauner, seltener gelber Farbe, durchsichtig bis durchscheinend, manchmal auch undurchsichtig. Charakteristisch sind die ihn durchsetzenden Sprünge und Risse, welche oft in so grosser Zahl vorhanden sind, dass das Harz völlig davon erfüllt ist; die Sprünge beeinträchtigen aber keineswegs den Zusammenhang. Spröde, muschliger Bruch. Härte $2\frac{1}{2}$—3, härter wie Bernstein, welcher geritzt wird. Lässt sich nur schwer zu Pulver zerreiben. Spec. Gew. zwischen 1,048 und 1,105. Im polarisirten Lichte lebhafte Interferenzfarben zeigend, besonders blau und gelb. Fluorescirend, nach Zinken's Angabe manchmal schöner als der sicilianische Simetit. Beim Reiben negativ elektrisch. Die Stücke zeigen eine dünne, fest mit dem Stücke verbundene Verwitterungskruste von dunklerer gelbgrauer bis rothbrauner Farbe.

Der Rumänit schmilzt bei 300° C., ohne sich vorher aufzublähen, fliesst geschmolzen ruhig und stösst endlich dicke gelbe Dämpfe aus, welche zum Husten reizen und eigenthümlich aromatisch, sowie nach Schwefelwasserstoff riechen. Liefert bei der Destillation Kohlensäure, Schwefelwasserstoff, ein brenzliches, rothbraunes und grün fluorescirendes Oel und wechselnde Mengen Bernsteinsäure Verschiedene Stücke, aus verschiedenen Bezugsquellen, zeigten 0,3, 0,9, 1,35 und 3,2 % Bernsteinsäure. Asche ist in dem Rumänit nur in ganz verschwindender Menge enthalten. Zusammensetzung:

$$81{,}64\ C,\quad 9{,}65\ H,\quad 7{,}56\ O,\quad 1{,}15\ S = 100.$$

Es lösen sich in Alkohol 6,6 %, in Aether 14,4 %, in Chloroform 11,8 %, in Benzol 14,2 %. Von heisser Salpetersäure wird der Rumänit in gelbliche, krümliche Substanz umgewandelt, concentrirte Schwefelsäure löst ihn mit braunrother Farbe, beim Verdünnen der Lösung mit Wasser scheidet sich ein hellgraues, leicht schmelzbares Harz aus.

Der Rumänit ist also nach dem Angeführten ein vom Bernstein verschiedenes Harz. Chemisch enthält er weniger Sauerstoff und Bernsteinsäure, aber mehr Schwefel als der Bernstein, physikalisch zeigt er eine grössere Härte, grössere Widerstandskraft gegen Lösungsmittel und neben abweichender Farbe zahlreiche Risse und Sprünge. Den Schwefelgehalt betrachtet der Verf. ebenso wenig wie jenen des Succinits als dem Harze ursprünglich angehörig, sondern als einen erst bei der Fossilisation hinzugetretenen Bestandtheil*). Der Rumänit wird zu Luxusgegenständen verarbeitet und zur Zeit wegen seiner Seltenheit höher bezahlt, als der Bernstein. Die dem Verf. vorgelegenen Stücke stammen aus Wasserläufen bei Valeny di Muntye. C. Zinken**) erwähnt, dass der helle Harz in kohligen blätterigen Schiefern in Butzen oder auch in Lagern in Sandsteinschichten des Districtes Buseo vorkomme; gelber, aber bröckeliger »Bernstein« findet sich auch bei Telage, District Bohosa; ferner findet sich Bernstein bei Buscou, an der Eisen-

*) Siehe hierüber auch des Verfs. Abhandl. »Ueber den Schwefelgehalt des Bernsteins« in Schriften der naturf. Gesellsch. z. Danzig 1878, N. F., III. Heft.

**) Oesterr. Monatsschr. f. Berg- u. Hüttenwesen 82, Jahrg. 1884.

bahn von Bukarest nach Braila, und zwar in einem Umkreise von etwa einer Meile auf freiem Felde in der Erde. Nach Herbich werden die Stücke bei Valeny di Muntye zwischen Bachgeröllen gesammelt und stammen, da dort nur Schichten der sarmatischen und pontischen Stufe des Neogens vorkommen, und die Schichten der pontischen Stufe Lignitflötze enthalten, wahrscheinlich nur aus diesen.

Ref.: F. Grünling.

59. **E. Hussak** (in São Paolo): **Ueber cubischen Pyrop und mikroskopische Diamanten aus diamantführenden Sanden Brasiliens** (Annal. des Naturhistor. Hofmuseums Wien 1891, 4, 113). — Der Sand eines neuentdeckten Diamant-Cascalholagers in Agua suja, nahe der altbekannten Diamantfundstätte Bagagem im Staate Minas Geraës, erwies sich ungemein reich an Mineralien. Vornehmlich findet sich Magnetit in losen Krystallen sowohl als eingewachsen in einem zersetzten, noch unbekannten Gesteine, Pyrit, Limonit und Granat. Ferner treten auf Staurolith in 1 cm grossen einfachen und verzwillingten Krystallen, Rutilprismen; eigenthümlich umgewandelte enorm grosse Anatase; Titaneisen mit Zersetzungsrinde von Eisenglanz und schwefelgelbem Rutilpulver. Von Gesteinen finden sich Gerölle von Itacolumit, Granit, Sandsteinen und Augitporphyriten und Staurolith-führende Muscovitschiefer.

Besonderes Interesse beansprucht der Granat, welcher sich in zweierlei Arten findet. Ikositetraëder eines an Quarzeinschlüssen reichen gemeinen Granats, wie er stellenweise in den nahen Staurolithglimmerschiefern erscheint, und Hexaëder von blutrothem Pyrop. Das Hexaëder herrscht fast ausnahmsweise, nur seltener tritt auch das Oktaëder mit in Combination. Die Hexaëderflächen sind rauh und mit warzigen Erhöhungen bedeckt, doch sind die kleineren, 2—3 mm grossen Individuen sehr scharfkantig. Völlig isotrop und frei von Einschlüssen. Spec. Gew. 3,693. Nach dem chemischen Verhalten liegt ein chromreicher Pyrop vor. Auffallender Weise ist dieser Granat gar nicht abgerollt, während die ikositetraëdrischen Schiefergranate, welche auch nicht weit her transportirt wurden, ziemlich stark und der Staurolith sehr stark abgerollt ist, die Granate stammen daher wohl aus der nächsten Nähe des Ortes Agua suja.

Auch der Diamant von Agua suja und Bagagem zeigt im Gegensatz zu anderen brasilianischen Fundorten häufig Würfelform.

In einer Probe ungewaschenem Diamantsand (cascalho virgem) vom Monte Veneno, nahe der alten Diamantfundstelle Lençoës, Chapada, Staat Bahia, fand der Verf. mikroskopische Diamantkryställchen. Der Sand führt nur Itacolumitstücke und besteht vornehmlich aus Quarz, Turmalin und Limonit. Erst in den feinsten Waschrückständen trifft man: Rutilnadeln, Anataspseudomorphosen, Magnetit, Ilmenit und reichlich weisse Zirkone. Die Diamanten zeigen nur das Oktaëder, jedoch mit eingekerbten Kanten und Aetzhügeln wie die grossen. Grösse $\frac{1}{4}$—$\frac{1}{2}$ mm. Der Diamant vom Monte Veneno stammt unleugbar aus dem Itacolumit, in welchem ihn der Verf. schon öfters beobachtete, ist aber in diesem unzweifelhaft klastischen Gesteine auch nur auf secundärer Lagerstätte.

Ref.: F. Grünling.

60. **B. Kosmann** (in Berlin): **Ueber eine krystallisirte Schlacke** (aus: Zum Hörder Verfahren der Schwefelabscheidung, in »Stahl und Eisen« 1891, Nr. 11). — Die beim Hörder Entschwefelungsprocesse des Roheisens fallenden Schlacken enthalten in ihren Hohlräumen Krystalle. Dieselben, 2—4 mm lang,

0,5—1,5 mm dick, zeigen die Form des Eisenolivins, Prisma und Doma, sind regelmässig ausgebildet und von glatter Oberfläche. Frisch und glänzend auch im Bruche. Zusammensetzung:

$$SiO_2\ 22,25,\ FeO\ 14,60,\ MnO\ 56,95,\ S\ 8,81 = 102,61\,.$$

$3(Mn, Fe)_2SiO_4 . MnS$. Verf. betrachtet diese Schlacke als bestehend aus 76 % Manganeisen-Orthosilicat und 24 % Mangansulfid, letzteres als molekular eingegliederten, basischen Bestandtheil.

Ref.: F. Grünling.

**61. J. W. Retgers** (im Haag): **Ueber den Isomorphismus in der Dolomitreihe** (N. Jahrb. f. Min., Geol. u. Paläont. 1891, 1, 132).

**Derselbe und R. Brauns** (in Marburg): **Zur Isomorphiefrage in der Dolomitreihe** (Ebenda 1892, 1, 210).

Der Verf. wendet sich gegen die Ansicht, dass Dolomit mit Kalkspath und Magnesit isomorph sei; ebenso bestreitet er das Vorhandensein einer directen Isomorphie zwischen $CaCO_3$ und $MgCO_3$ und nimmt statt dessen Isodimorphie der beiden letzten Salze an, um die, wenn auch nur in sehr engen Grenzen bestehende Mischfähigkeit derselben zu erklären. Als Gründe für seine Ansicht führt er an: die Unähnlichkeit von *Ca* und *Mg* in chemischer Hinsicht, sowie die Thatsache, dass die natürlichen *Ca*- und *Mg*-Carbonate auf drei Gruppen zurückzuführen sind:

1) schwach *Mg*-haltige Kalkspäthe,
2) schwach *Ca*-haltige Magnesite,
3) Normaldolomite der Formel $CaMgC_2O_6$.

Schon der Umstand, dass Dolomit zweifellos als ein Doppelsalz zu betrachten ist, macht seine Isomorphie mit den Einzelsalzen sehr unwahrscheinlich, da ein solcher Fall bis jetzt nicht beobachtet ist; der Verf. erinnert an die ganz analogen Fälle von $K_2SO_4$ und $Na_2SO_4$, $K_2SO_4$ und $Li_2SO_4$, $KNO_3$ und $AgNO_3$ u. s. w. Auch zeigt der Dolomit in vieler Hinsicht abweichende Eigenschaften; er ist wahrscheinlich tetartoëdrisch, während der Calcit zweifellos rhomboëdrisch ist.

Einen Beweis für seine Behauptung sieht der Verf. in dem spec. Gewichte des Dolomits. Bekanntlich lässt sich die Dichte einer isomorphen Mischung aus den specifischen Gewichten der Einzelsalze berechnen, wie dies der Verf. in seinen früheren Arbeiten an einer Reihe von Beispielen*) nachgewiesen hat. Nun wurde das specifische Gewicht des Calcits zu 2,711—2,712 bestimmt, dasjenige des Magnesits ist nach Breithaupt 3,017; daraus würde sich für den Dolomit, als isomorphe Mischung betrachtet, 2,843 berechnen. An ganz reinen Dolomitkrystallen aus dem Binnenthale fand nun aber der Verf. die Zahl 2,872, die sich von der berechneten um die ausserhalb der Grenzen der Beobachtungsfehler liegende Differenz von etwa 0,03 unterscheidet, woraus der Verf. schliesst, dass der Dolomit eine isomorphe Mischung der Einzelsalze nicht sein kann.

Im weiteren Verlaufe seiner Auseinandersetzungen überträgt der Verf. die für den Dolomit bewiesene Anschauungsweise auf andere Mineralien; so will er den Diopsid $MgCaSi_2O_6$ als Doppelsalz und nicht als isomorphe Mischung der Einzelsalze Wollastonit $CaSiO_3$ und Enstatit $MgSiO_3$ betrachtet wissen; auch hier kommen Mischungen nur an den beiden Extremen in sehr beschränktem Maasse

---

*) Siehe Ref. diese Zeitschr. 19, 625.

vor. Aehnlich in der Olivingruppe; zwischen Forsterit $Mg_2SiO_4$ und Monticellit $MgCaSiO_4$ fehlen die dazwischenliegenden Mischungen. Als echt isomorph betrachtet der Verf. die Magnesium- und Eisensalze; deshalb ist auch die Formähnlichkeit zwischen Forsterit $Mg_2SiO_4$ und Fayalit $Fe_2SiO_4$ grösser als zwischen Forsterit und Monticellit. Analoge Betrachtungen werden über die rhombischen Eisensulfide und Arsenide Markasit $FeS_2$, Arsenkies $FeAsS$ und Arseneisen $FeAs_2$ angestellt, sowie über die Mineralien der Pyritgruppe, in der Kobaltglanz $CoSAs$ und Speiskobalt $CoAs_2$, Gersdorffit $NiAsS$ und Chloantit $NiAs_2$ die Beispiele liefern.

Ref.: W. Muthmann.

**62. K. von Haushofer** (in München): **Krystallform einiger organischer Substanzen.**

1. $\Delta^{2\,\text{cistrans}}$-Tetrahydroterephtalsäure-Dimethylester-Dibromid,

$$C_6H_8Br_2(CO_2CH_3)_2.$$

Dargestellt von A. v. Baeyer und J. Herb (Liebig's Ann. d. Chem. 1890, 258, 35). Von den drei möglichen geometrisch Isomeren dieser Substanz war nur das von den Darstellern mit »zweites Bromid« bezeichnete messbar. Schmelzpunkt 51°. Krystalle aus Ligroin.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,4638 : 1 : 1,9222; \quad \beta = 99^0 8'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {$\bar{1}$01}, {111}, {010}, {011}. Tafeln nach der Basis. Das Klinodoma tritt nur selten und schmal auf. Zuweilen herrscht auch ($\bar{1}$01) vor.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(1$\bar{1}$1) | = *93° 54′ | — |
| (111):(001) | = *62 15 | — |
| (001):($\bar{1}$01) | = *58 35 | — |
| (001):(011) | = 115 (appr.) | 117° 37′ |

2. $\Delta^{2\,\text{cistrans}}$-Tetrahydroterephtalsäure-Diphenylester,

$$C_8H_8O_4(C_6H_5)_2 + 3C_3H_6O.$$

Dargestellt von Denselben, ebenda 39. Aus einem Gemisch von Benzol und Ligroin krystallisirt der Körper in zwei verschiedenen Modificationen, von denen die eine bei 107°, die andere bei 130° schmilzt. Die zu beschreibenden, aus Aceton erhaltenen Krystalle enthalten drei Moleküle Krystallaceton und schmelzen bei 103°.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,7750 : 1 : 4,8721.$$

Beobachtete Formen: {001}, {111}. Tafeln nach der Basis.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(11$\bar{1}$) | = *14° 20′ | — |
| (111):(1$\bar{1}$1) | = *74 52 | — |
| (111):($\bar{1}$11) | = 102 50 | 103° 18′ |

3. Oktohydro-α-naphtochinolinchlorhydrat, $C_{13}H_{17}N, HCl$.

Dargestellt von E. Bamberger und L. Stettenheimer (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1891, 24, 2486).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,0789 : 1 : 1,7101; \quad \beta = 111^\circ 53'.$

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {11$\bar{1}$}, {102}, {011}. Dünne Tafeln nach dem Orthopinakoid, nach der c-Axe gestreckt. {011} tritt nur untergeordnet auf.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(11$\bar{1}$) = | *56° 36′ | — |
| (11$\bar{1}$):(1$\bar{1}\bar{1}$) = | *92 14 | — |
| (110):(11$\bar{1}$) = | *25 59 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 90 19 | 90° 4′ |
| (100):(10$\bar{2}$) = | 64 36 | 65 39 |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | 116 10 | 115 35 |

4. Diazoimido-oktohydro-β-ar.-naphtochinaldin, $C_{14}H_{18}{=}N{-}(N_2{-}C_6H_5)$.

Dargestellt von E. Bamberger und L. Strasser (ebenda 2665). Schmelzpunkt 97°—98°. Krystalle aus Ligroin.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,8037 : 1 : 0,5600.$

Beobachtete Formen: {100} (immer gewölbt), {021}, {111}, letztere Fläche untergeordnet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *49° 22′ | — |
| (111):($\bar{1}$11) = | *62 36 | — |
| (021):(0$\bar{2}$1) = | 96 26 | 96° 28′ |

5. Isoamylthymol, $C_6H_2 \overset{(1)}{CH_3} \overset{(3)}{OH} \overset{(4)}{C_3H_7} \overset{(6)}{C_5H_{11}}$.

Dargestellt von W. Königs und R. W. Carl (ebenda 3893). Schmelzpunkt 76°,5. Krystalle aus Ligroin.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 2,5136 : 1 : 2,4997; \quad \beta = 111^\circ 44'.$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {10$\bar{1}$}. Prismatisch nach der Symmetrieaxe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):($\bar{1}$10) = | *46° 22′ | — |
| (110):(001) = | *81 37 | — |
| (001):($\bar{1}$01) = | *55 38 | — |
| (100):(001) = | 68 16 | 68° 16′ |
| (110):(10$\bar{1}$) = | 77 3 | 77 19 |

Vollkommen spaltbar nach (001).

6. Stabile Dihydro-$\alpha$-Naphtoësäure, $C_{10}H_9CO_2H$.

Dargestellt von A. v. Baeyer und R. Schoder (Liebig's Ann. d. Chem. 1891, **266**, 180). Schmelzpunkt 125⁰. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1,5339:1:1,5657;\quad \beta = 120^0\,48'.$

Beobachtete Formen: {100}, {101}, {10$\bar{1}$}, {110}, {120}. Habitus prismatisch; eine Krystallisation aus Wasser bestand aus langen, dünnen Nädelchen.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(101) = | *29⁰ 16′ | — |
| (100):(10$\bar{1}$) = | *59 22 | — |
| (100):(110) = | *36 52 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 73 48 | 73⁰ 44′ |
| (101):(110) = | 45 33 | 45 44 |
| (110):(10$\bar{1}$) = | 66 0 | 65 57 |
| (120):($\bar{1}$20) = | 67 30 | 67 22 |
| (120):(101) = | 60 54 | 61 4 |

Ref.: W. Muthmann.

63. S. Jander (in Breslau): **Krystallform einiger organischer Substanzen.**

1. $\beta$-Acetanilidobrenzweinsäureanhydrid, $C_{13}H_{13}NO_4$.

Dargestellt von R. Anschütz (Liebig's Ann. d. Chem. 1891, **261**, 147). Krystalle aus Aether. Schmelzpunkt 136⁰.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,66654:1:0,90258;\quad \beta = 105^0\,18'.$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {110}, {121}, {$\bar{1}$21}, {$\bar{1}$01}. Meist tafelförmig nach der Basis. {$\bar{1}$01} ist immer grösser als {100} ausgebildet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | 74⁰ 45′ | 74⁰ 42′ |
| (100):(110) = | 32 43 | 32 44 |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 65 26 | 65 28 |
| (001):(121) = | *58 3 | — |
| (001):($\bar{1}$21) = | *73 33 | — |
| ($\bar{1}$21):($\bar{1}\bar{2}$1) = | *100 12 | — |
| (00$\bar{1}$):(10$\bar{1}$) = | 63 46 | 63 48 |
| (110):(10$\bar{1}$) = | 50 56 | 50 57 |

Farblos, durchsichtig. Die optische Axenebene ist normal zur Symmetrieebene, die erste Mittellinie steht beinahe senkrecht zur Basis und ist gegen die Normale zu dieser Fläche ein wenig nach hinten geneigt. Für den optischen Axenwinkel wurde gefunden:

| | *Li*-Licht: | *Na*-Licht: | *Tl*-Licht: |
|---|---|---|---|
| $2E$ = | 84⁰ 6′ | 86⁰ 2′ | 87⁰ 16′ |

2. Diäthylbenzanilid (Anilid der Phenylvaleriansäure), $C_{17}H_{19}NO$.

Dargestellt von R. Anschütz und W. Berns (Lieb. Ann. d. Chem. 1891, **261**, 305). Schmelzpunkt 101°—102°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,68451 : 1 : 0,60844.$$

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {010}, {130}, {323}. Stets tafelförmig nach (010) und nach der Verticalaxe gestreckt. (323) und (130) immer nur untergeordnet.

(323):(001) = 44° 20′
(110):(1̄10) = 68 47
(110):(323) = 46 29

Farblos bis bräunlich, durchsichtig. Die optische Axenebene ist (001), die erste Bisectrix die $b$-Axe. Dispersion sehr schwach. In Luft treten die Axen nicht mehr aus, es wurde gemessen:

$$2H_a = 92^\circ 21' \text{ für } Na\text{-Licht.}$$

Vollkommene Spaltbarkeit nach (001).

3. Benzyläthylessigsäureanilid.

Dargestellt von Denselben (ebenda 307). Schmelzpunkt 88°—89°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,81716 : 1 : 1,1885; \quad \beta = 109^\circ 32'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {110}, {121}, {121̄}, {1̄01}. Stets tafelförmig nach der Basis; (1̄01) und (121) ziemlich gross, (100) und (121̄) klein ausgebildet.

(100):(001) = 70° 28′
(110):(100) = 37 36
(121):(001) = 60 29
(121):(100) = 53 38
(121̄):(100) = 65 15½

Farblos, durchsichtig. Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die eine der optischen Axen tritt durch (001), die andere durch (100) aus, die erste Bisectrix halbirt also ungefähr den stumpfen Winkel $\beta$. Dispersion sehr stark; der Axenwinkel wurde in Oel gemessen:

| | $Li$-Licht: | $Na$-Licht: | $Tl$-Licht: |
|---|---|---|---|
| $2H_a =$ | 91° 53′ | 92° 50′ | 93° 9′ |

Undeutliche Spaltbarkeit nach (100).

Ref.: W. Muthmann.

**64. E. Jenssen** (in Breslau): **Krystallform einiger organischer Substanzen** (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1891, **24**, 2108—2115). — Die Substanzen sind dargestellt von E. Lellmann und E. Benz.

1. Methylphenylcarbaminsäure-o-nitrophenylester, $C_6H_5CH_3NCO_2C_6H_4NO_2$.

Schmelzpunkt 110°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 1,34084:1:1,09509; \quad \beta = 100° 38'$.

Beobachtete Formen: {110}, {100}, {001}, {$\bar{1}$22}, {122}. Habitus prismatisch.

(110):(1$\bar{1}$0) = 105° 37′
(110):(001) = 83 36
(001):($\bar{1}$22) = 51 14½

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Durch (100) sieht man die eine Axe etwas ausserhalb des Gesichtsfeldes, durch (001) die andere am Rande des Gesichtsfeldes austreten. Dispersion stark. Farbe gelblich.
Spaltbarkeit deutlich nach (001).

2. Methylphenyl-p-toluylamid, $CH_3.C_6H_4.CON(CH_3)(C_6H_5)$.

Schmelzpunkt 70°. Krystalle sind zu erhalten aus Alkohol, Aether, Chloroform oder Ligroin.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 2,67609:1:2,35724; \quad \beta = 108° 44'$.

Beobachtete Formen: {110}, {100}, {001}, {101}.

(110):(100) = 68° 28′
(001):(101) = 33 2
(101):(100) = 38 14

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene.

3. Methylphenylxyloylamid, $\overset{IV}{C_6H_3}.\overset{III}{CH_3}.\overset{I}{CH_3}.CON(CH_3)(C_6H_5)$.

Schmelzpunkt 78°.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a:b:c = 0,49009:1:0,55605$.

| | | | |
|---|---|---|---|
| α = | 118° 7′ 20″ | A = | 111° 33′ 50″ |
| β = | 109 44 40 | B = | 97 0 50 |
| γ = | 58 33 0 | C = | 64 6 20 |

Beobachtete Formen: {110}, {1$\bar{1}$0}, {1$\bar{1}\bar{1}$}, {11$\bar{1}$}, {001}.

(110):(1$\bar{1}$0) = 43° 26′
(110):(001) = 68 11
(001):(1$\bar{1}$0) = 61 9
(1$\bar{1}\bar{1}$):(1$\bar{1}$0) = 34 27
($\bar{1}\bar{1}$1):(001) = 58 47½

Grosse, fleischfarbige Krystalle; auf der Basis bildet die Auslöschungsrichtung für Na-Licht mit der Trace von (111) vorne nach links einen Winkel von 12° 9′.

### 4. β-Anilidobrenzweinanil, $C_{17}H_{16}N_2O_2$.

Dargestellt von R. Anschütz (Liebig's Ann. d. Chem. 1891, **261**, 143). — Diese Substanz ist schon früher von Reissert dargestellt und von Fock gemessen wurden (diese Zeitschr. 1889, **15**, 269), doch hat Reissert die Constitution nicht richtig erkannt, der Körper ist a. a. O. unter dem Namen $N$-Phenyl-$\alpha$-keto-$\gamma$-oxy-$\beta$-$\alpha_1$-dimethyl-$\beta$-anilido-$\alpha_1$-tetrahydropyridincarbonsäurelacton beschrieben. Die Identität wurde durch die Messungen des Verfs. an zwei auf verschiedene Weise gewonnenen Producten zweifellos nachgewiesen. Krystalle aus Aether. Schmelzpunkt 135°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,8093:1:0,5128;\quad \beta = 90^\circ 46'$,

nach Fock $a:b:c = 0,8096:1:0,5109;\quad \beta = 90^\circ 38'$.

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {111}, {11$\bar{1}$}, {12$\bar{1}$}, {101}. Habitus oktaëdrisch durch ungefähr gleiche Ausbildung der Formen (111) und (11$\bar{1}$).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(010) = | 50° 57′ | 51° 0′ |
| (111):(110) = | 50 22 | 50 30 |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *46 37 | — |
| (111):($\bar{1}$11) = | *58 49 | — |
| (111):(11$\bar{1}$) = | 101 22 | 101 38 |
| (110):(11$\bar{1}$) = | 50 59 | 51 8 |
| ($\bar{1}$11):($\bar{1}\bar{1}$1) = | *47 5 | — |
| (12$\bar{1}$):(1$\bar{2}\bar{1}$) = | 82 4 | 82 6 |
| (110):(12$\bar{1}$) = | 43 11 | 43 16 |
| (121):(101) = | 71 3 | 71 12 |
| (101):($\bar{1}$11) = | 66 39 | 66 46 |

Farblos, durchsichtig. Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Auf (010) bildet eine Auslöschungsrichtung mit der $c$-Axe einen Winkel von ca. 35°; durch eine parallel (001) geschliffene Platte tritt eine Axe am Rande des Gesichtsfeldes aus.

### 5. β-Acetanilidobrenzweinanilsäure, $C_{19}H_{20}N_2O_4$.

Dargestellt von Demselben (ebenda 148). Schmelzpunkt 140°—141°. Die Messung bezieht sich auf wasserfreie, aus Aceton erhaltene Krystalle; aus Wasser krystallisirt die Substanz mit 1 Mol. $H_2O$, das die Krystalle bei 100° verlieren.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,7973:1:0,7642;\quad \beta = 92^\circ 26'$.

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {001}, {$\bar{1}$11}. Prismatisch nach der Verticalaxe; die Prismenflächen sind parallel der Prismenkante sehr stark gestreift.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *77° 4′ | — |
| (110):(010) = | 51 50 (appr.) | 51° 28′ |
| (110):(00$\bar{1}$) = | *88 6 | — |
| (00$\bar{1}$):(11$\bar{1}$) = | *37 4 | — |
| (11$\bar{1}$):(1$\bar{1}\bar{1}$) = | 44 0 | 44 8 |

Deutliche Spaltbarkeit nach der Basis.

6. $\beta$-Acetanilidobrenzweinanil, $C_{19}H_{18}N_2O_3$.

Dargestellt von Demselben (ebenda 150). Schmelzpunkt 168°—169°. Krystalle aus einem Gemische von Aceton und viel Aether.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

Beobachtete Formen: {100}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {001}; Tafeln nach (100). Die Messungen sind bloss approximativ.

(100):(110) = 47° 4'— 47°44'
(100):(1$\bar{1}$0) = 43 46 — 43 48
(100):(001) = 81 18 — 81 48
(1$\bar{1}$0):(001) = 74 25 — 74 56

Farblos; durch (100) tritt eine optische Axe schief aus.

Ref.: W. Muthmann.

**65. B. de Neufville** (in München): **Krystallform einiger organischer und unorganischer Substanzen.**

1. Dicyandiamid, $NH{=}C{<}^{NH_2}_{NH-CN}$.

Dargestellt von E. Bamberger und L. Seeberger (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1891, **24**, 902). Schmelzpunkt 205°.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 0,9980:1:0,6875.$

Beobachtete Formen: {110}, {011}, {010}; vorherrschend die beiden ersteren.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *89°49' | — |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | *51 56 | — |
| (110):(011) = | 72 4 | 72° 1' |

Vollkommen spaltbar nach dem Brachydoma. Farbe gelblich, durchsichtig.

2. $p$-Amidotetrahydro-$o$-toluchinolinchlorhydrat, $C_{10}H_{14}N_2$, $2HCl$.

Dargestellt von E. Bamberger und P. Wulz (ebenda 2065). Krystalle aus Aether-Alkohol. Schmelzpunkt über 310°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 2,3876:1:1,8830; \quad \beta = 102^\circ 13{,}'1.$

Beobachtete Formen: {111}, {$\bar{1}$11}, {001}, {120}. Tafeln nach der Basis; diese Fläche ist immer etwas gekrümmt. Farblos, durchsichtig.

(120):(1$\bar{2}$0) = 98°48'
(120):(001) = 82 5
(111):(001) = 67 19
(111):(1$\bar{1}$1) = 116 39

Spaltbarkeit nicht beobachtet.

3. Tetrahydro-*o*-*p*-xylochinolinchlorhydrat, $C_{11}H_{15}N, HCl$.

Dargestellt von Denselben (Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1891, **24**, 2075). Krystalle aus heisser Salzsäure. Schmelzpunkt 212°.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,6694 : 1 : 1,0880.$$

Beobachtete Formen: {111}, {021}, meist ziemlich gleich gross ausgebildet, doch kommen auch Krystalle von prismatischem Habitus vor.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | *59° 22′ | — |
| $(111):(11\bar{1})$ = | *54 8 | — |
| $(021):(02\bar{1})$ = | 49 30 | 49° 22′ |
| $(111):(021)$ = | 50 5 | 50 12 |

Farblos, durchsichtig, glasglänzend. Spaltbarkeit vollkommen nach (001), undeutlich nach (021).

4. Platindoppelsalz des $\alpha$-Chlorpyridins (Formel unsicher).

Dargestellt von H. v. Pechmann und O. Baltzer (ebenda 3150). Krystalle aus salzsaurer Lösung.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,4348 : 1 : 2,0380; \quad \beta = 106^{\circ}\, 38{,}'6.$$

Beobachtete Formen: {110}, {$\bar{1}$01}, {001}. Tafeln nach der Basis.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *107° 55′ | — |
| $(110):(001)$ = | *80 18 | — |
| $(\bar{1}01):(001)$ = | *66 27 | — |
| $(\bar{1}01):(\bar{1}10)$ = | 63 24 | 63° 18′ |

Orangeroth, stark glänzend. Spaltbarkeit vollkommen nach der Symmetrieebene.

5. Normales Ammoniumorthosulfovanadat, $(NH_4)_3VS_4$.

Dargestellt von G. Krüss und K. Ohnmais (Lieb. Ann. der Chem. 1891, **263**, 48). Erhalten aus gesättigter Lösung von Ammoniumvanadat in Ammoniak durch Einleiten von Schwefelwasserstoff. Spec. Gew. 1,6202.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9825 : 1 : 1,1742.$$

Beobachtete Formen: {111}, {001}, {110}, {101}. Meist herrscht die Pyramide vor; manchmal finden sich auch prismatisch nach der *c*-Axe ausgebildete Formen. Die Pyramidenflächen sind häufig ungleich gross entwickelt.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | *73° 28′ | — |
| $(111):(\bar{1}11)$ = | *74 59 | — |
| $(111):(001)$ = | 58 35 | 58° 30′ |
| $(111):(11\bar{1})$ = | 63 2 | 63 0 |
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | 89 4 | 89 2 |

Undurchsichtig, starker stahlblauer Flächenglanz mit grünlichem Schimmer.

Der Verf. hat auch Mischkrystalle der beschriebenen Verbindung mit dem entsprechenden Kaliumsalz untersucht. Die $a$-Axe hatte an diesen Mischungen fast denselben Werth behalten, während die $c$-Axe bedeutend grösser geworden war. So wurde an einem Präparate, ca. 20 % $NH_4$ und 5 % $K$ enthaltend, das Axenverhältniss $a : b : c = 0,9873 : 1 : 1,4294$ gefunden.

Ref.: W. Muthmann.

**66. C. Hintze** (in Breslau): **Krystallform des Platindoppelsalzes von Paratropinchlorhydrat,** $(C_8H_{15}NOHCl)_2PtCl_4$. — Dargestellt von A. Ladenburg (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1891, 24, 1627). Schmelzpunkt 195°—197°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,90322 : 1 : ?;\ \beta = 58^0 51'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}. Tafeln nach {100}.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(110) = | *37° 42′ | — |
| (100):(001) = | 58 51 | — |
| (110):(001) = | 66 5 | 65° 50′ |

Farbe hyacinthroth; Ebene der optischen Axen (010); durch (100) tritt die erste Bisectrix nach unten geneigt aus.

Ref.: W. Muthmann.

**67. P. Jannasch** (in Heidelberg): **Analyse eines Labradors von der St. Pauls-Insel** (Ebenda 277). — Der Verf. brachte eine neue von ihm ausgearbeitete Methode zum Aufschliessen von Silicaten (mit Salzsäure in einem Platinrohre unter Druck) zur Anwendung und erhielt folgende Zahlen:

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 54,26 | 54,36 | 54,09 |
| $Al_2O_3$, $Fe_2O_3$ | 29,29 | 29,36 | 29,49 |
| $MnO$ | Spur | Spur | Spur |
| $CaO$ | 11,26 | 11,16 | 11,20 |
| $MgO$ | Spur | Spur | 0,05 |
| $K_2O$ | 0,48 | 0,63 | 0,43 |
| $Na_2O$ | 4,87 | 4,81 | 4,76 |
| $Li_2O$ | Spur | Spur | Spur |
| $H_2O$ | 0,22 | 0,22 | 0,19 |
| | 100,38 | 100,54 | 100,21 |

Ref.: W. Muthmann.

**68. A. v. Elterlein** (in München): **Krystallform des Oktohydro-α-naphtochinolins,** $C_{13}H_{17}N$. Dargestellt von E. Bamberger und L. Stettenheimer (Ebenda 2485). Schmelzpunkt 47°—48°. Krystalle aus Ligroin.

Krystallsystem: Hexagonal-rhomboëdrisch.

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}1\}R$, $\{11\bar{2}0\}\infty R$. Das Prisma tritt nur schmal auf.

$$(10\bar{1}1):(1\bar{1}01) = 41^0\,5' \pm 10'.$$

Fast farblos mit schwach violetter Fluorescenz. Durch die Rhomboëderflächen sieht man am Rande des Gesichtsfeldes die einaxige Interferenzfigur.

Ref.: W. Muthmann.

**69. F. L. Perrot** (in Genf): **Ueber die Doppelsulfate des Rubidiums vom Typus $RSO_4 + Rb_2SO_4 + 6H_2O$** (Arch. des sciences phys. et nat. Genève 1891, **25**, 669). — Die vom Verf. untersuchten Substanzen sind später sehr eingehend von Tutton studirt worden*); bei einem Vergleiche der von Tutton und vom Verf. gefundenen Axenverhältnisse ergeben sich Differenzen von 2—6 Einheiten in der dritten Decimale, bei den $\beta$ solche von etwa 10'—20'. Da Tutton eine viel grössere Anzahl von Beobachtungen angestellt hat, als der Verf., auch seine Salze auf das Sorgfältigste auf ihre Reinheit geprüft hat, so dürften dessen Messungen wohl als die genaueren anzusehen sein. Ich gebe daher aus der vorliegenden Arbeit nur eine Zusammenstellung der Axenverhältnisse und der vom Verf. bestimmten specifischen Gewichte.

| R | Spec. Gewicht: | Aequiv.-Volum: | $a : b : c$ | $\beta$ |
|---|---|---|---|---|
| *Mg* | 2,41 | 205,3 | 0,741954 : 1 : 0,496665; | 106° 2' 19" |
| *Mn* | 2,49 | 211,1 | 0,739544 : 1 : 0,495155; | 105 52 47 |
| *Fe* | 2,50 | 210,6 | 0,735948 : 1 : 0,494860; | 105 27 3 |
| *Ni* | 2,56 | 206,8 | 0,738102 : 1 : 0,495500; | 106 10 19 |
| *Co* | 2,56 | 206,8 | 0,738986 : 1 : 0,494805; | 106 2 15 |
| *Cu* | 2,58 | 207,0 | 0,750148 : 1 : 0,499957; | 105 24 18 |
| *Zn* | 2,59 | 206,9 | 0,738426 : 1 : 0,500095; | 106 4 25 |
| *Cd* | 2,71 | 214,9 | 0,738670 : 1 : 0,493415; | 106 4 31 |

Der Verf. schliesst aus seinen Resultaten, dass eine Beziehung zwischen Molekulargewicht oder Aequivalentvolum und den goniometrischen Eigenschaften in der Reihe nicht existirt, dass ferner das Eisen- und Kupfersalz »keinen so vollständigen Isomorphismus zeigen«, wie die übrigen Glieder der Reihe.

Ref.: W. Muthmann.

---

*) Diese Zeitschr. 1893, **21**, 491—573.

# XXI. Ueber die chemische Zusammensetzung des Topas und deren Beziehung zu seinen physikalischen Eigenschaften.

Von

S. L. Penfield und J. C. Minor jun. in New Haven.

---

Die chemische Zusammensetzung des Topas ist niemals befriedigend festgestellt worden. Die Resultate der bisher publicirten Analysen lassen sicher erkennen, dass Silicium und Aluminium im Verhältniss 1 : 2 vorhanden sind, aber der gefundene Fluorgehalt schwankt von 16,12 bis 18,83 %. Die gewöhnlich angenommene Formel ist die von Groth*): $[Al(O, F_2)]AlSiO_4$, entsprechend einer isomorphen Mischung von $(AlF_2)AlSiO_4$ mit dem Andalusit-Molekül $(AlO)AlSiO_4$, in welcher das erstere vorwaltet und worin eine Vertretung von Fluor durch Sauerstoff angenommen wird. Rammelsberg**) nahm eine Mischung von $Al_2SiO_5$ mit $Al_2SiF_{10}$ im Verhältniss 5 : 1 an. Das Verhältniss von $SiO_2 : Al_2O_3 : F$ variirt von 1 : 1 : 1,50 bis 1 : 1 : 1,84; würde man dafür 1 : 1 : 2 setzen, so könnte die Zusammensetzung durch eine der beiden folgenden Formeln einfacher Orthosilicate ausgedrückt werden:

$$\begin{matrix} F{-}Al < \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \\ F{-}Al < \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \end{matrix} > Si \quad \text{oder} \quad \begin{matrix} \begin{matrix} F \\ F \end{matrix} > Al \begin{matrix} / O \\ / O \end{matrix} \\ Al < \begin{matrix} O \\ O \end{matrix} \end{matrix} > Si\,.$$

Seit durch den Einen von uns gezeigt wurde, dass Hydroxyl so häufig Fluor ersetzt, und da es sogar sehr zweifelhaft erscheint, ob der zweiwerthige Sauerstoff überhaupt diese Rolle spielt, lag die Idee nahe, dass vielleicht die Schwankungen im Fluorgehalt und die Abweichungen von einem einfachen Atomverhältnisse von einer theilweisen Ersetzung des Fluors

---

*) Tabellarische Uebersicht der Mineralien 1889, S. 106.

**) Mineralchemie 1875, S. 580.

durch Hydroxyl bewirkt seien. In der That ergaben die Prüfungen auf einen Wassergehalt stets die Gegenwart dieses Bestandtheiles, welcher bisher stets übersehen worden zu sein scheint*).

Bei dem gewöhnlichen Verfahren im geschlossenen Rohre ist der Nachweis des Hydroxyls nicht immer sicher, weil sich saure Dämpfe, wahrscheinlich von Kieselfluorwasserstoffsäure, entwickeln. Dagegen entweicht nur Wasser, wenn man das Mineral mit Kalk oder einer anderen, das Fluor zurückhaltenden Substanz mengt.

Um den Gehalt an Hydroxyl und die Rolle, welche dieses in der chemischen Zusammensetzung spielt, zu bestimmen, wurde der Topas einer Reihe von Fundorten untersucht, und es soll im Folgenden gezeigt werden, dass die Verschiedenheiten, welche das Mineral in seiner Zusammensetzung und seinen physikalischen Eigenschaften zeigt, von einer isomorphen Vertretung des Fluors durch Hydroxyl hervorgebracht werden, während die generelle Constitution durch die einfache Formel $[Al(F, OH)]_2SiO_4$ ausgedrückt werden kann.

**Methode der Analysen.** Die wesentlichste Aufgabe der chemischen Untersuchung war natürlich die genaue Bestimmung des Fluors und des Wassers. Für das erstere wurde die Methode von Berzelius gewählt. Die Substanz, mit der Hälfte ihres Gewichtes Quarz gemischt, wurde mit dem Fünffachen des Gesammtgewichtes Natrium-Kaliumcarbonat geschmolzen, die Schmelze gelöst, filtrirt und mit heissem Wasser ausgewaschen. Zu dem heissen Filtrat wurden 5—10 g Ammoniumcarbonat und nach dem Abkühlen noch dasselbe Reagens zugefügt. Nach 12stündigem Stehen in der Kälte wurde der Niederschlag abfiltrirt, aus dem Filtrate der Ueberschuss an Ammoniumcarbonat durch Erhitzen in einer Platinschale auf dem Wasserbade ausgetrieben und eine ammoniakalische Lösung von Zinkoxyd zugesetzt. Nach dem Eindampfen bis zum Verschwinden des Ammoniakgeruches wurde das gefällte Zinkoxyd abfiltrirt, das Filtrat erwärmt und verdünnte Salpetersäure zugefügt, bis der Ueberschuss an Alkalicarbonat fast zersetzt war. Zu der schwach alkalischen, siedenden Lösung wurde ein Ueberschuss von Calciumchlorid zugesetzt und von da ab der Niederschlag behandelt, wie es früher von Einem von uns beschrieben wurde**). Dass die so ausgeführten Bestimmungen zuverlässig sind, wurde auf folgendem Wege bewiesen: Bei einem Versuche mit Topas wurde der Rückstand vom Lösen der Alkalicarbonatschmelze mit den durch Ammoniumcarbonat und Zinkoxyd gefällten Niederschlägen vereinigt, mit einer frischen Portion Alkali-

---

*) Nach Fertigstellung dieses Aufsatzes sahen wir aus dem soeben erschienenen Märzheft d. J. der Zeitschr. f. anorgan. Chemie, dass Jannasch und Locke ebenfalls die Gegenwart des Wassers im Topas erkannt haben.

**) Diese Zeitschr. 28, 80.

carbonat gemischt, geschmolzen und wie vorher behandelt. Die durch diese zweite Behandlung erhaltene Menge Fluor betrug nur 0,07 %, so dass also thatsächlich das Fluor durch eine Schmelzung ausgezogen wird. Ausserdem wurden Fluorbestimmungen nach der obigen Methode ausgeführt mit einer künstlichen Mischung von Kryolith, Cyanit und Quarz in dem Verhältnisse, welches der Zusammensetzung des Topas entspricht, und gefunden:

| Angewendeter Kryolith: | *F* berechnet: | *F* gefunden: | Verlust: |
|---|---|---|---|
| 0,3325 | 0,1805 | 0,1788 | 0,0017 |

Hiernach kann also nur ein kleiner Verlust stattfinden und es ist wahrscheinlich, dass die Bestimmungen des Fluors in den eigentlichen Topasanalysen höchstens 0,20 % zu niedrig sind, da gewöhnlich ein Gramm und manchmal 1½ g Substanz genommen wurde. In Obigem ist diejenige kleine Menge unberücksichtigt geblieben, welche durch eine zweite Schmelzung der Rückstände gewonnen worden wäre, und wahrscheinlich ist etwas von dem Verluste eine Folge von Verflüchtigung während des Schmelzens mit Alkalicarbonat; da jedoch der Tiegel bedeckt gehalten wurde, kann dies nur sehr wenig gewesen sein. In Folge der Anwesenheit des Wassers ist es klar, dass Versuche zur Bestimmung des Fluors durch den Glühverlust, wobei ein Entweichen von Siliciumfluorid angenommen wird, keine brauchbaren Resultate geben können. Zur Wasserbestimmung wurde das Mineral mit trockenem Natriumcarbonat geschmolzen und das Wasser in einem gewogenen Rohre mit Schwefelsäure aufgefangen. Diese sorgfältig geprüfte Methode lieferte genaue Resultate. Das Mineral wurde vollständig zersetzt, und keine Spur saurer Dämpfe konnten mit dem Wasser entweichen*). Dass das Wasser von einem Gehalte des Minerals an Hydroxyl herrührt, kann keinem Zweifel unterliegen, da es erst bei intensivem Erhitzen entweicht. Bei einem Versuche mit dem Topas von Stoneham, welcher 0,98 % Wasser liefert, erlitt das Pulver durch langes Glühen im Platintiegel in der grössten Hitze eines Ringbrenners nur einen Verlust von 0,12 %.

Im Uebrigen war der Gang der Analysen der gewöhnliche.

**Analysenmaterial.** Das untersuchte Material stammte von folgenden Fundorten:

Stoneham in Maine. Farbloser, durchsichtiger Kern eines grossen Krystalles, Nr. 185 der Sammlung von Prof. Brush. Frühere Analysen stammen von Genth**) und Whitfield***); ersterer fand 18,83, letzterer 17,10 % *F*, ferner 1,25 $Na_2O$, 0,14 $K_2O$ und 0,20 $H_2O$. Eine sorgfältige Prüfung auf Alkalien zeigte deren Abwesenheit in unserem Material.

*) Eine ausführliche Beschreibung dieser Methode ist vorbereitet und wird in einer späteren Publication erscheinen.

**) Diese Zeitschr. **12**, 490.

***) Diese Zeitschr. **11**, 297.

Pike's Peak, Colorado. Vollkommen farbloses und durchsichtiges Spaltungsstück eines grossen Krystalles.

Nathrop, Colorado. Weingelbe Krystalle in Rhyolith, beschrieben von W. Cross*). Habitus ähnlich Fig. 1, S. 493 in Dana's Mineralogy 6. Ed. oder Fig. 54, S. 123 in Hintze's Mineralogie.

Utah. Vollkommen farblose, durchsichtige Krystalle aus dem Rhyolith der Thomas Range, 40 Ml. nördlich vom Sevier Lake. Die Krystalle wurden aus einer Suite in der Brush'schen Sammlung ausgewählt; beschrieben wurden dieselben von A. N. Alling**).

San Luis Potosi, Mexico. Farblose, durchsichtige Krystalle von der durch Bücking***) beschriebenen Form, ähnlich denen von Nathrop.

Zacatecas, Mexico. Den vorigen ähnliche, farblose Krystalle. Das Material wurde uns durch Herrn Prof. A. J. Moses aus der mineralogischen Sammlung der Columbia School of Mines in New York freundlichst mitgetheilt.

Schneckenstein, Sachsen. Weingelbe Krystalle aus der Sammlung von Prof. Brush.

Aduntschilon, Sibirien. Ein der Beschreibung von Kokscharow†) entsprechender, farbloser und durchsichtiger Krystall aus der Brush'schen Sammlung.

Tenagari, Mino, Japan. Das Material wurde von einem farblosen, durchsichtigen Krystall, im Habitus dem vorigen ähnlich, genommen.

Minas Geraës, Brasilien. Durchsichtige gelbe Krystalle aus der Brush'schen Sammlung.

Das Material von Nathrop, San Luis Potosi und Japan verdanken wir der Gefälligkeit des Herrn G. L. English in New York.

Es wurden folgende vollständige Analysen ausgeführt:

Utah.

| | I. | II. | Mittel: | | Verhältniss: | | Berechnet für $(AlF)_2SiO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 31,93 | — | 31,93 | | 0,532 | 0,98 | 32,61 |
| $Al_2O_3$ | 56,26 | — | 56,26 | | 0,551 | 1,015 | 55,44 |
| $F$ | 20,33 | 20,41 | 20,37 | 1,072 | 1,093 | 2,02 | 20,65 |
| $H_2O$ | 0,19 | — | 0,19 | ÷ 9 = 0,021 | | | — |
| | | | 108,75 | | | | 108,70 |
| | $O$ äquivalent $F$ | | 8,58 | | | | 8,70 |
| | | | 100,17 | | | | 100,00 |

*) Diese Zeitschr. 12, 497, 498.

**) Diese Zeitschr. 12, 637.

***) Diese Zeitschr. 12, 424.

†) Materialien zur Mineralogie Russlands 2, 232.

### Nathrop, Colorado.

| | | | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 32,23 | | 0,537 | 0,99 |
| $Al_2O_3$ | 56,01 | | 0,550 | 1,01 |
| $F$ | 20,42 | 1,075 | 1,107 | 2,03 |
| $H_2O$ | 0,29 ÷ 9 = | 0,032 | | |
| | 108,95 | | | |
| $O$ äquivalent $F$ | 8,60 | | | |
| | 100,35 | | | |

### Japan.

| | I. | II. | Mittel: | | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 32,28 | — | 32,28 | | 0,538 | 0,98 |
| $Al_2O_3$ | 56,61 | — | 56,61 | | 0,555 | 1,02 |
| $F$ | 19,41 | 19,60 | 19,50 | 1,027 | 1,090 | 2,00 |
| $H_2O$ | 0,57 | — | 0,57 ÷ 9 = | 0,063 | | |
| | | | 108,96 | | | |
| $O$ äquivalent $F$ | | | 8,21 | | | |
| | | | 100,75 | | | |

### Schneckenstein, Sachsen.

| | | | Verhältniss: | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 32,82 | | 0,547 | 1,00 |
| $Al_2O_3$ | 55,41 | | 0,543 | 1,00 |
| $F$ | 18,50 | 0,974 | 1,077 | 1,97 |
| $H_2O$ | 0,93 ÷ 9 = | 0,103 | | |
| | 107,66 | | | |
| $O$ äquivalent $F$ | 7,80 | | | |
| | 99,86 | | | |

### Stoneham, Maine.

| | I. | II. | Mittel: | | Verhältniss: | | Berechnet für $[Al(FOH)]_2SiO_4$ $F:OH = 9:1$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 32,28 | 32,40 | 32,34 | | 0,539 | 0,99 | 32,68 |
| $Al_2O_3$ | 56,33 | 56,33 | 56,33 | | 0,552 | 1,01 | 55,56 |
| $F$ | 18,56 | 18,30 | 18,43 | 0,970 | 1,080 | 1,98 | 18,63 |
| $H_2O$ | 1,04 | 0,93 | 0,98 ÷ 9 = | 0,110 | | | 0,98 |
| | | | 108,08 | | | | 107,85 |
| $O$ äquivalent $F$ | | | 7,76 | | | | 7,85 |
| | | | 100,32 | | | | 100,00 |

**Brasilien.**

| | | | Verhältniss: | | Berechnet für $F : OH = 3 : 1$ |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 32,53 | | 0,542 | 1,00 | 32,79 |
| $Al_2O_3$ | 55,67 | | 0,546 | 1,00 | 55,74 |
| $F$ | 15,48 | 0,815 | 1,087 | 2,01 | 15,57 |
| $H_2O$ | 2,45 ÷ 9 = | 0,272 | | | 2,45 |
| | 106,13 | | | | 106,55 |
| $O$ äquivalent $F$ | 6,52 | | | | 6,55 |
| | 99,61 | | | | 100,00 |

Aus den vorstehenden analytischen Resultaten geht hervor, dass das Fluor durch Hydroxyl vertreten wird, und die Verhältnisszahlen zeigen deutlich, dass $SiO_2 : Al_2O_3 : F + OH = 1 : 1 : 2$, wie es von den Formeln $[Al(F, OH)]_2SiO_4$ oder $[Al(F, OH)_2]AlSiO_4$ gefordert wird. Da die beiden ersten Analysen sehr wenig Hydroxyl ergaben, so besteht deren Material wesentlich aus dem reinen Fluorsilicat $(AlF)_2SiO_4$.

Ausser den vollständigen Analysen wurden noch einzelne Bestimmungen mit Material von den S. 324 aufgezählten Fundorten ausgeführt, welche weiterhin in einer Tabelle zusammengestellt sind.

**Beziehungen der physikalischen Eigenschaften zur chemischen Zusammensetzung.** Sorgfältige Bestimmungen des specifischen Gewichtes, bei denen die Luftblasen durch Kochen entfernt waren, ergaben Werthe zwischen 3,574 und 3,523, und zwar regelmässig abnehmend mit der Zunahme des leichteren $OH$ gegenüber dem Fluor.

Ferner wurde in basischen Platten der scheinbare Winkel der optischen Axen mit einem grossen Axenwinkelapparat gemessen. Die bisherigen Angaben Des Cloizeaux's für $2E$ (roth) schwanken von 129° 30′ (Durango, Mexico*)) bis 71° 32′ (Mugla, Kleinasien**)), und es wurde allgemein vermuthet, dass diese Schwankung mit irgend einer chemischen Verschiedenheit im Zusammenhange stehe, ohne dass jedoch eine befriedigende Erklärung derselben gegeben worden wäre.

In der folgenden Tafel sind nun die Messungen, welche wir angestellt haben, geordnet nach abnehmenden Werthen von $2E$ für Gelb, und daneben die Bestimmungen des specifischen Gewichtes, des Fluor- und des Wassergehaltes aufgeführt:

| | $2E$ (Gelb): | Spec. Gew.: | Fluor: | Wasser: |
|---|---|---|---|---|
| Zacatecas, Mexico | 126° 28′ | 3,574 | — | 0,18 |
| Thomas Range, Utah | 125 53 | 3,565 | 20,37 | 0,19 |
| Nathrop, Colorado | 125 51 | 3,567 | 20,42 | 0,29 |

*) Diese Zeitschr. **14**, 269.

**) Nouv. Recherches. Mém. Inst. Fr. **18**, 612.

| | 2E (Gelb): | Spec. Gew.: | Fluor: | Wasser: |
|---|---|---|---|---|
| Pike's Peak, Colorado | 122° 42′ | 3,567 | — | 0,48 |
| Tenagari, Japan | 120 59 | 3,565 | 19,50 | 0,57 |
| Aduntschilon, Sibirien | 118 46 | 3,562 | 19,24 | 0,58 |
| San Luis, Mexico | 118 17 | 3,575 | 19,53 | 0,80 |
| Schneckenstein, Sachsen | 114 28 | 3,555 | 18,50 | 0,93 |
| Stoneham, Maine | 113 50 | 3,560 | 18,56 | 0,98 |
| Minas Geraës, Brasilien | 84 28 | 3,532 | 15,48 | 2,45 |
| - - - | — | 3,523 | — | 2,50 |

An dem zuletzt angeführten Krystalle war der Axenwinkel ebenfalls klein, konnte aber wegen der starken optischen Anomalien der Platte nicht gemessen werden.

Wie die Tabelle lehrt, nimmt der Werth von $2E$ mit der Ersetzung des Fluors durch Hydroxyl so regelmässig ab, dass der Procentgehalt an Wasser aus dem ersteren berechnet werden kann. Hieraus geht hervor, dass der Topas von Durango, welcher nach Des Cloizeaux den grössten Werth von $2E$, 129° 30′, ergab, nahezu die reine Fluorverbindung repräsentiren muss, während der aus Mugla, in welchem derselbe Beobachter den kleinsten Werth $2E = 71° 32'$ fand, der an Wasser oder Hydroxyl reichste unter allen bisher untersuchten Topasen sein muss.

Auch die Brechungsindices zeigen eine mit der Variation von $2E$ fortschreitende Aenderung, wie aus den folgenden Angaben verschiedener Beobachter für gelbes Licht zu ersehen ist.

| | $2E$ | $2V$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|---|
| Thomas Range, Utah *) | 126° 24′ | 67° 18′ | 1,6072 | 1,6104 | 1,6176 |
| Nertschinsk, Aduntschilon **) | 121 55 | 65 30½ | 1,61327 | 1,61597 | 1,62252 |
| Brasilien, farblos ***) | 120 40 | 65 14 | 1,6120 | 1,6150 | 1,6224 |
| Schneckenstein, Sachsen **) | 114 17 | 62 33 | 1,61549 | 1,61809 | 1,62500 |
| - - †) | 110 12 | 60 55 | 1,6156 | 1,6180 | 1,6250 |
| Minas Geraës, Brasilien **) | 86 21 | 49 37 | 1,62936 | 1,63077 | 1,63747 |

Hiernach nehmen mit steigendem Hydroxylgehalte die Brechungsindices zu, während die Stärke der Doppelbrechung abnimmt, denn für die beiden äussersten Glieder

| | Thomas Range | und | Minas Geraës |
|---|---|---|---|
| ist $\gamma - \alpha =$ | 0,0104 | | 0,00811 |

Auch das krystallographische Axenverhältniss wird durch die isomorphe Ersetzung des Fluors durch Hydroxyl beeinflusst, jedoch ist die Veränderung

*) Alling, diese Zeitschr. 12, 637.

**) Mülheims, diese Zeitschr. 14, 226.

***) Des Cloizeaux, Man. d. Minéralogie, 475.

†) Zimanyi, diese Zeitschr. 22, 339.

keine sehr grosse und nur durch genaue Messungen nachzuweisen. Herr C. A. Ingersoll war so gefällig, einige sorgfältige Messungen an einem Krystalle von Thomas Range, Utah, anzustellen, welcher unter den von uns untersuchten Topasen nach demjenigen von Zacatecas den geringsten Wassergehalt ergab, und an welchem die Formen $o\{221\}$ und $f\{021\}$ gut ausgebildet waren und vorzügliche Reflexe lieferten. Ebenso konnten auch sehr genaue Messungen erhalten werden an den Flächen von $f\{021\}$ eines Krystalles von Brasilien, während die gestreiften Prismenflächen und die Pyramide $u\{111\}$ nicht zu Messungen geeignet waren.

Utah.

| | Beobachtet: | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|---|
| $f:f = (021):(0\bar{2}1)$ | $= {}^*87^\circ 19'$ | $o:o = (221):(\bar{2}21)$ | $= 105^\circ 10'$ | $105^\circ 10'$ |
| $o:o = (221):(2\bar{2}1)$ | $= {}^*49\ 36$ | $o:o = (221):(\bar{2}\bar{2}1)$ | $= 127\ 47$ | $127\ 51$ |

Brasilien:

| | Beobachtet: |
|---|---|
| $f:f = (021):(0\bar{2}1)$ | $= {}^*86^\circ 55\frac{1}{2}'$ |

In der folgenden Tabelle sind die Axenverhältnisse mit einigen anderen, von den betreffenden Beobachtern als sehr genau angegebenen zusammengestellt.

| | $\breve{a}$ | : $\bar{b}$ : | $\acute{c}$ |
|---|---|---|---|
| Utah, Ingersoll | 0,528110 | : 1 : | 0,477115 |
| Ural, Kokscharow*) | 0,528542 | : 1 : | 0,476976 |
| Schneckenstein, Laspeyres**) | 0,531548 | : 1 : | 0,475973 |
| Brasilien, Ingersoll | — | : 1 : | 0,473862 |

**Optische Anomalien.** Unter den von uns untersuchten Krystallen waren die einzigen, welche optische Anomalien zeigten, diejenigen von Brasilien. Eine basische Platte des Krystalles, welcher zur vollständigen Analyse diente, zeigte im Inneren einen dem Umriss des primären Prismas parallelen Rhombus, umgeben von vier symmetrischen Trapezen und zwei entgegengesetzten spitzwinkeligen Segmenten, deren Winkel nach innen gerichtet sind und die spitzen Ecken des inneren Rhombus berühren. Die Anordnung der Sectoren war im Wesentlichen die von Mallard***) und Mack †) beschriebene. Die Auslöschungsrichtungen der äusseren Segmente entsprechen fast genau denen des inneren Rhombus. In einem anderen Krystalle von Brasilien, für welchen nur die Bestimmungen des specifischen Gewichtes und des Wassergehaltes vorliegen, waren die optischen Ano-

*) Mat. z. Min. Russlands 2, 198.

**) Diese Zeitschr. 1, 351.

***) Ann. d. Min. 1876, 10, 155. Diese Zeitschr. 1, 319.

†) Wiedemann's Ann. 1886, 28, 153. Diese Zeitschr. 18, 579.

malien viel stärkere und die Auslöschung in den verschiedenen Segmenten eine undulöse, so dass der Winkel der optischen Axen nicht gemessen werden konnte. Im parallelen Lichte treten die Grenzen zwischen dem inneren Rhombus und den äusseren Segmenten scharf hervor, auf eine Verschiedenheit der Brechungsindices beider hindeutend, eine Structur, welche die Existenz eines Kernes als älterer Bildung und einer chemisch abweichenden Fortwachsung anzeigt. Dieser Deutung entsprechen auch die Beobachtungen von Des Cloizeaux, welcher in den inneren und äusseren Theilen eines zonaren Krystalles verschiedene Werthe von $2E$ fand. Da nun gezeigt wurde, dass die physikalischen Eigenschaften mit der chemischen Natur variiren, so müssen alle Aenderungen, denen ein so zusammengesetzter Krystall unterworfen wird, mechanische Spannungen und Störungen in der optischen Orientirung der verschiedenen Zonen desselben verursachen.

**Vergleichung des Topas und des Herderit.** Die Veränderungen, welche eine theilweise Ersetzung des Hydroxyls durch Fluor bewirkt, sind vor Kurzem von Einem von uns (Penfield, diese Zeitschr. **23**, 118) studirt worden, daher eine Vergleichung der gefundenen Resultate von Interesse sein mag. Beim Herderit kennen wir die reine Hydroxylverbindung $Ca(Be.OH)PO_4$ und die Mischung $Ca[Be(OH, F)]PO_4$ mit $OH : F = 3 : 2$. Umgekehrt ist beim Topas die reine Fluorverbindung $(AlF)_2SiO_4$ und die Mischung $[Al(F, OH)]_2SiO_4$ mit $F : OH = 3 : 1$ bekannt.

In beiden Mineralien ist eine Zunahme des Hydroxyls mit einer Abnahme des specifischen Gewichtes und einem Steigen der Brechungsindices verbunden. Abgesehen von der kleinen Abweichung zweier Hauptschwingungsrichtungen von den krystallographischen Axen bei dem monoklinen Herderit, ist die optische Orientirung in beiden Mineralien dieselbe: $\mathfrak{a} = a$, $\mathfrak{b} = b$, $\mathfrak{c} = c$. Da Topas positive und Herderit negative Doppelbrechung besitzt, so ist im ersteren $\mathfrak{c}$, im zweiten $\mathfrak{a}$ erste Mittellinie, aber der Winkel, welchen die optischen Axen mit der Richtung der kleinsten Elasticität (d. i. im Herderit der zweiten Bisectrix) einschliessen, ist in beiden Mineralien kleiner für die Hydroxyl- als für die Fluorverbindung. Dagegen ist die Veränderung, welche die Ersetzung des Fluors durch Hydroxyl in dem Verhältnisse der krystallographischen Axen hervorbringt, bei beiden Mineralien nicht gleichartig, denn beim Herderit nehmen $a$ und $c$ dadurch zu, während beim Topas $a$ wächst und $c$ abnimmt.

Labor. f. Min. u. Petrogr.
Sheffield Scient. School, April 1894.

# XXII. Ueber hemimorphe Wulfenitkrystalle von New Mexico.

Von

**Ch. A. Ingersoll** in New Haven.

(Mit 3 Textfiguren.)

---

Die im Folgenden beschriebenen Krystalle wurden von Herrn W. E. Hidden*) bei den Türkisminen der Jarilla Mountains, Doña Anna County, New Mexico, entdeckt und Herrn Penfield zur Untersuchung zugesendet, welcher sie dem Verf. zur Untersuchung übergab und ihn dabei freundlichst unterstützte, wofür Demselben auch hier dessen Dank ausgesprochen sei.

Die nur in sehr geringer Zahl aufgefundenen Krystalle stammen aus einer Ader im Trachyt und sind auf einer braunen, kieseligen Gangmasse aufgewachsen; sie messen nur 1—2 mm im Durchmesser, sind weiss,

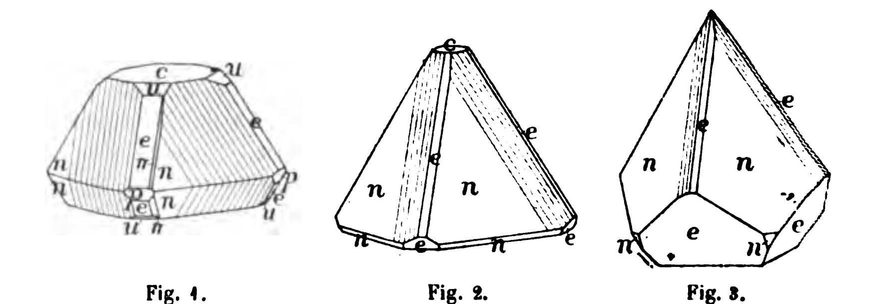



Fig. 1. Fig. 2. Fig. 3.

durchscheinend und lebhaft diamantglänzend. Die Bestimmung als Wulfenit wurde durch das Löthrohrverhalten bestätigt.

Drei Krystalle wurden als Repräsentanten des verschiedenen hier vorkommenden Habitus ausgewählt und von diesen der in Fig. 1 abgebildete gemessen. Dieser war sehr vollkommen ausgebildet, ausgezeichnet hemi-

---

*) Diese Zeitschr. **22**, 552 Anmerk.

morph entwickelt und flächenreicher als alle übrigen. Die Reflexe der Flächen waren vorzüglich scharf, die Messungen daher sehr genau. Die beobachteten Formen sind folgende:

| | |
|---|---|
| $c\{001\}0P$ oben und unten | $e\{101\}P\infty$ oben und unten |
| $n\{111\}P$ - - - | $p\{20\bar{1}\}2P\infty$ nur unten |
| $u\{102\}\frac{1}{2}P\infty$ - - - | $\pi\{313\}\frac{P3}{2}$ oben und unten. |

Unter diesen sind $p$ und $\pi$ für das Mineral neu; übrigens wurden sie nur an dem Krystalle Fig. 1 beobachtet. Die Hemimorphie zeigte sich in der einseitigen Ausbildung von $p$ und in der relativen Entwickelung der anderen Formen: $\pi$ ist oben nur sehr schmal, unten gut entwickelt; an allen Krystallen ist $c$ unten grösser, während es oben zuweilen fehlt (Fig. 3). Charakteristisch ist die Entwickelung der Formen $n$ und $e$ an einigen Krystallen (Fig. 2 und 3). Ein der letzteren Figur ähnlicher Habitus wurde schon von Naumann*) an prachtvollen weissen, diamantglänzenden Krystallen von Berggiesshübel in Sachsen beobachtet.

Die pyramidale Hemiëdrie zeigt sich durch die von einer oscillatorischen Combination von $n$ mit den anliegenden Flächen von $e$ hervorgebrachten Streifung, welche an allen Krystallen nur rechts auftrat. Ausserdem wurde die Form $\pi$ nur auf der rechten Seite von $e$ beobachtet. Diese hemiëdrische Entwickelung der pyramidalen Formen ist deshalb von Interesse, weil sie bisher am Wulfenit vorwiegend in der Prismenzone beobachtet wurde.

Die berechneten Winkel in der folgenden Tabelle entsprechen dem Axenverhältnisse $a : c = 1 : 1,5771$, welches aus Dauber's**) Messung: $n : n = (111):(\bar{1}\bar{1}1) = 131^\circ 42'$ folgt.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $n : n = (111):(1\bar{1}1) =$ | 80° 25′ | 80° 22′ |
| $e : e = (101):(\bar{1}01) =$ | 115 16 | 115 15 |
| $e : n = (101):(111) =$ | 40 12 | 40 11 |
| $u : u = (102):(\bar{1}02) =$ | 76 20 | 76 31 |
| $e : u = (101):(102) =$ | 19 20 | 19 22 |
| $p : p = (20\bar{1}):(\bar{2}0\bar{1}) =$ | 144 31 | 144 50 |
| $e : p = (10\bar{1}):(20\bar{1}) =$ | 14 42 | 14 47 |
| $e : \pi = (10\bar{1}):(31\bar{3}) =$ | 15 42 | 15 43 |
| $n : \pi = (11\bar{1}):(31\bar{3}) =$ | 24 30 | 24 28 |
| $\pi : \pi = (313):(\bar{3}\bar{1}3) =$ | 117 56 | 117 56 |
| $\pi : \pi = (313):(31\bar{3}) =$ | 62 8 | 62 4 |

*) Poggend. Ann. 1835, 34, 373 und 35, 528. S. auch Breithaupt, Handbuch der Mineralogie 1841, 2, 272.

**) Poggendorff's Ann. 1859, 107, 267.

In obiger Tabelle sind die gemessenen Winkel die Mittel von vier Ablesungen. Keine genauen Einstellungen gestattete $c$ in Folge der Entwickelung von Vicinalflächen. Die neuen Formen $p$ und $\pi$ wurden nicht nur durch die angegebenen Winkelwerthe, sondern auch durch ihre Lage in den betreffenden Zonen sichergestellt.

Es ist wahrscheinlich, dass die isomorphen Mineralien Scheelit, Powellit und Stolzit ebenfalls hemimorph sind, doch liegen hierüber noch keine Beobachtungen vor.

Min.-petrogr. Labor.
Sheffield Scient. School, April 1894.

---

# XXIII. Ausgleichungsmethode der geometrischen Krystallographie.

Von

Carl Viola in Rom.

(Mit 5 Textfiguren.)

---

Während einerseits die Beobachtungsmittel immer grössere Genauigkeit erlangen, fasst anderseits die Theorie der kleinsten Quadrate Boden in der Krystallographie, und diese letztere wird zu einer Präcisionswissenschaft erhoben. Bei uns zwar bedienen sich die Krystallographen noch der alten Methoden zur Berechnung der Axenelemente eines Krystalles, d. h. derjenigen Methoden, welche, ohne die Beobachtungsfehler in Betracht zu ziehen, rasch zu Ergebnissen führen, die früher allenfalls annehmbar waren. Aber heutzutage, wo die physikalischen Experimente so grosse Fortschritte gemacht haben, sei es was die Wärmeausdehnung anbelangt, sei es was die Elasticität oder andere Präcisionsuntersuchungen der Krystalle anbetrifft, macht sich die Nothwendigkeit fühlbarer, die wahrscheinlichsten idealen Grundelemente der Krystalle zu bestimmen. Zu diesem Zwecke zieht man sich die Winkel zu Nutzen, welche zur Verfügung stehen oder zur Verfügung gestellt werden können.

Schon J. Beckenkamp*) berechnete im Jahre 1881 in seiner Inauguraldissertation die Axenelemente nach der Methode der Ausgleichungsrechnung; nachher**) stellte er die auf die Theorie der kleinsten Quadrate sich stützende Ausgleichungsrechnung in sehr einfacher und klarer Weise dar, so dass die in der Algebra weniger geübten Krystallographen nur den von ihm vorgeschlagenen Rechnungsgang zu verfolgen brauchen.

Die Ausgleichungsrechnung kann auch eine von der gewöhnlich angewandten verschiedene Form annehmen, ich möchte sagen eine elegantere, theilweise logarithmische und deshalb auch einfachere Form; aber um

---

*) Diese Zeitschr. 5, 436.

**) Diese Zeitschr. 22, 376.

dahin zu gelangen, muss man von Betrachtungen ausgehen, welche nicht zu der Theorie der kleinsten Quadrate gehören, wohl aber zu demselben Ziele führen wie diese.

Dieser Aufsatz hat den Zweck, dem Leser diese Methode mitzutheilen.

Vergegenwärtigen wir uns zuvörderst kurz die Aufgabe, um die es sich handelt. Man hat alle sechs Winkel von vier Grundflächen eines Krystalles gemessen, und man will in der wahrscheinlichsten Weise diese sechs Winkel corrigiren, jedoch so, dass der von den vier Flächen zusammengesetzte Körper im Raume möglich sei. Die gemessenen Winkel zwischen den Polaren der vier Flächen sind $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, $a_5$, $a_6$, ihre Gewichte oder Genauigkeitmaasse sind $g_1$, $g_2$, $g_3$, $g_4$, $g_5$, $g_6$. Um diese Aufgabe klarer darzustellen, kann man sie in eine graphische Form bringen. Zu diesem Zwecke construiren wir, Fig. 1, auf der sphärischen Oberfläche, deren Radius 1 ist, die zu den vier Flächen gehörenden Pole $P_1$, $P_2$, $P_3$, $P_4$ vermittelst der ersten fünf Winkel $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, $a_5$, so wie sie durch Messung mit dem Goniometer erhalten werden. Wenn man nun die Zone $P_3 P_4$ betrachtet, so wird der so erhaltene Winkel $\widehat{P_3 P_4}$, den wir $a_6'$ nennen wollen, nicht gleich dem gemessenen Winkel $a_6$ sein, ausser in zufälligen und somit unwahrscheinlichsten Fällen. Wir nehmen natürlich an, dass sie nicht gleich seien, und bezeichnen die Differenz beider als den Widerspruch des Systems:

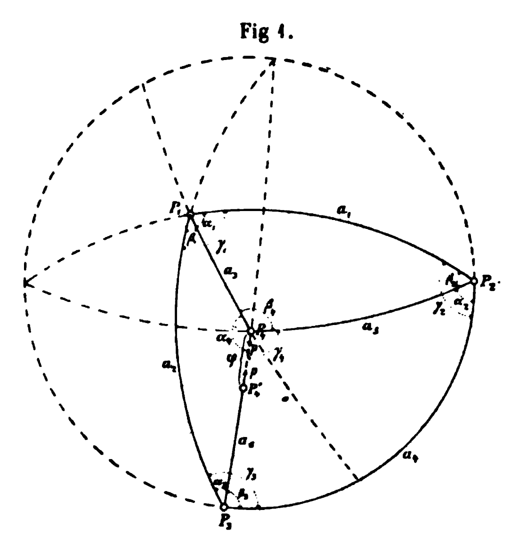


Fig 1.

$$\varphi = a_6' - a_6 .$$

Wenn wir also den Winkel $a_6$ von dem Pole $P_3$ aus auftragen, so werden wir einen fünften Pol $P_4'$ erhalten. Die Aufgabe ist somit folgende: Den Winkeln $a_1$, $a_2$, $a_3$, $a_4$, $a_5$, $a_6$ gebe man solche Verbesserungen $c_1$, $c_2$, $c_3$, $c_4$, $c_5$, $c_6$, dass die zwei Pole $P_4$ und $P_4'$ sich decken. Die Lösung dieser Aufgabe ist natürlich auf viele Weisen möglich, weil unendlich viele Systeme $c_1$, $c_2$, $c_3$, $c_4$, $c_5$, $c_6$ ihr entsprechen können. Wenn man aber das System von $c_1\, c_2 \ldots . c_6$, welches der Theorie der kleinsten Quadrate entspricht, nämlich:

$$1) \qquad g_1 c_1^2 + g_2 c_2^2 + g_3 c_3^2 + g_4 c_4^2 + g_5 c_5^2 + g_6 c_6^2 = \text{Min.},$$

wählen will, so wissen wir, dass die Aufgabe eindeutig bestimmt ist.

Um zu einer einfachen Lösung zu gelangen, wollen wir sehen, ob der Aufgabe eine mechanische Bedeutung zu Grunde liegt.

Wenn die Winkel $a_1, a_2 \ldots\ldots a_6$ durch innere, in den respectiven Zonen sich zu denkende Kräfte veränderlich wären, und man durch zwei an die zwei Polaren $P_4$ und $P_4'$ angebrachte Kräftepaare versuchte, die eben erwähnten Polaren zu nähern, bis sie sich decken, so würde der Zweck vollkommen erreicht sein, da jeder Winkel einen Zuwachs (Abnahme = negativer Zuwachs) erhalten würde, und zwar in dem Maasse, als die inneren sich entwickelnden Kräftepaare den äusseren das Gleichgewicht hielten. Es handelt sich nun darum zu sehen, wie die inneren Kräfte beschaffen sein müssen, damit die Veränderungen, welche die Winkel erlitten haben, als Correctionen angesehen, dem Principe der kleinsten Quadrate Genüge leisten. Es ist sofort klar, dass, wenn die inneren Kräftepaare den Werthen

$$g_1 c_1\,,\quad g_2 c_2\,,\quad g_3 c_3\,,\quad g_4 c_4\,,\quad g_5 c_5\,,\quad g_6 c_6$$

gleich gesetzt werden, die Forderungen erfüllt sind. In der That, wenn wir mit $p$ eines der äusseren angewandten Kräftepaare und mit $\delta\varphi$ die sehr kleine Winkeldrehung bezeichnen, welche die Polare $P_4'$ gegen die Polare $P_4$ und in Bezug auf dieselbe ausführt, so werden wir folgende Gleichung erhalten:

$$2)\quad p\,\delta\varphi = g_1 c_1 \delta c_1 + g_2 c_2 \delta c_2 + g_3 c_3 \delta c_3 + g_4 c_4 \delta c_4 + g_5 c_5 \delta c_5 + g_6 c_6 \delta c_6\,,$$

wobei $\delta c_1, \delta c_2 \ldots\ldots \delta c_6$ die unendlich kleinen Winkelveränderungen bedeuten, da die äussere Arbeit derjenigen der inneren Kräfte jeden Augenblick gleichkommt.

Und nun, wenn mit Hülfe des Kräftepaares $p$ die Winkelveränderungen so weit vorgeschritten sind, dass das Gleichgewicht eintritt, so besteht $p\delta\varphi = 0$, und somit werden wir erhalten:

$$g_1 c_1 \delta c_1 + g_2 c_2 \delta c_2 + g_3 c_3 \delta c_3 + g_4 c_4 \delta c_4 + g_5 c_5 \delta c_5 + g_6 c_6 \delta c_6 = 0\,,$$

was in der That mit Gleichung 1) übereinstimmt.

Daraus folgt: Das einer Bedingungsgleichung unterworfene Problem der Ausgleichung der Beobachtungsfehler kann dadurch gelöst werden, dass man das Gleichgewicht eines äusseren Kräften oder Kräftepaaren ausgesetzten elastischen Systems löst.

Indem wir die Gleichung 2) in Bezug auf $\varphi$ von 0 bis $\varphi$ integriren, wo $\varphi$ den Widerspruch $\widehat{P_4 P_4'}$ bedeutet, erhalten wir:

$$3)\qquad 2p\varphi = g_1 c_1^2 + g_2 c_2^2 + g_3 c_3^2 + g_4 c_4^2 + g_5 c_5^2 + g_6 c_6^2\,.$$

Hier haben wir eine kurze Bemerkung zu machen. Wenn man, um die Deformation des Systems zu erhalten, zwei Kräftepaare von endlicher Grösse anwenden würde, so wäre es unmöglich, das Gleichgewicht zu

erhalten, da das System in Schwingungen geriethe. Wir müssen daher das als elastisch gedachte System so verändern, dass wir die Kraft $p$ nach und nach vergrössern, und zwar im Verhältniss zu der Abnahme des Widerspruches $\varphi$. Auf diese Weise wäre die äussere Arbeit nicht $p\varphi$, sondern $\frac{p\varphi}{2}$. Folglich müssen wir anstatt der Gleichung 3) folgende benutzen:

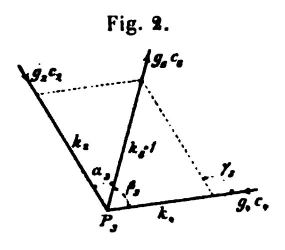
$$4)\qquad p\varphi = g_1c_1^2 + g_2c_2^2 + g_3c_3^2 + g_4c_4^2 + g_5c_5^2 + g_6c_6^2 .$$

Verweilen wir dabei einen Augenblick, um zu sehen, wie sich die äusseren und die inneren Kräftepaare graphisch darstellen lassen. In jeder der sechs Zonen stellen wir uns zwei innere Kräftepaare vor, welche sich gegenseitig das Gleichgewicht halten. Da jedes Kräftepaar durch zwei gleiche, parallele und entgegengesetzte Kräfte ersetzt werden kann, so denken wir uns, dass jedes derselben in zwei gleiche, parallele und entgegengesetzte Kräfte zerlegt sei, und zwar so, dass die Kräfte in der Entfernung 1, und in der betreffenden Zone liegen, und sie deshalb die bezüglichen Werthe

$$g_1c_1\,,\quad g_2c_2\,,\quad g_3c_3\,,\quad g_4c_4\,,\quad g_5c_5\,,\quad g_6c_6$$

haben. Eine der Kräfte jedes Paares geht durch den Kugelmittelpunkt und die andere ist tangential. So z. B. wirken in der Zone $P_1P_2$ zwei Kräftepaare, welche den Winkel $a_1$ zu vergrössern (verkleinern) streben. Diese beiden Kräftepaare sind gleich, und der Werth ihres Momentes ist $g_1c_1 \times 1$. Man kann sich vorstellen, dass die eine der Kräfte, deren Werth $g_1c_1$ ist, in $P_1$ und die andere in $P_2$ angebracht sei.

Fig. 2.




Da sich dieses System von Kräftepaaren das Gleichgewicht hält, gehen wir dazu über, letzteres in Bezug auf jeden Pol zu bestimmen. Im Pole $P_3$, Fig. 2, wirken drei Kräfte, nämlich $g_2c_2$, $g_4c_4$, $g_6c_6$. Das Gleichgewicht dieser Kräfte verlangt:

$$g_2c_2 = g_6c_6\,\frac{\sin\beta_3}{\sin\gamma_3} = k_2\cdot g_6c_6$$

$$g_4c_4 = g_6c_6\,\frac{\sin\alpha_3}{\sin\gamma_3} = k_4\cdot g_6c_6\,,$$

was wir auch so schreiben können:

$$g_2c_2^2 = \frac{k_2^2}{g_2}\cdot g_6^2c_6^2$$

$$g_4c_4^2 = \frac{k_4^2}{g_4}\cdot g_6^2c_6^2\,.$$

Weil auch der Pol $P_4'$ im Gleichgewicht bleibt unter der Einwirkung der Kraft $g_6c_6$ und der äusseren Kraft $p$, ergiebt sich

$$p = g_6c_6\,.$$

Das Gleichgewicht des Poles $P_4$ wird erhalten mit Hülfe der drei Kräfte

$$p = g_6 c_6\,, \quad g_5 c_5\,, \quad g_3 c_3$$

und folglich muss, Fig. 3:

$$g_3 c_3 = \frac{\sin \gamma_4}{\sin \beta_4} \cdot g_6 c_6 = k_3 \cdot g_6 c_6 \quad \text{oder} \quad g_3 c_3^2 = \frac{k_3^2}{g_3} \cdot g_6^2 c_6^2$$

$$g_5 c_5 = \frac{\sin \alpha_4}{\sin \beta_4} \cdot g_6 c_6 = k_5 \cdot g_6 c_6 \quad - \quad g_5 c_5^2 = \frac{k_5^2}{g_5} \cdot g_6^2 c_6^2$$

sein.

Fig. 3.

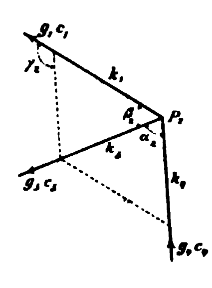


Fig. 4.

Schliesslich wirken im Pole $P_2$ die das Gleichgewicht haltenden Kräfte $g_1 c_1$, $g_4 c_4$, $g_5 c_5$, und somit, Fig. 4,

$$g_1 c_1 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2} \cdot g_5 c_5 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2} \cdot k_5 g_6 c_6 = k_1 g_6 c_6$$

oder

$$g_1 c_1^2 = \frac{k_1^2}{g_1} \cdot g_6^2 c_6^2\,.$$

Wenn wir die so erhaltenen Werthe in die Gleichung 4) einsetzen, erhält dieselbe die Form:

$$5) \qquad \varphi = \left[\frac{k_1^2}{g_1} + \frac{k_2^2}{g_2} + \frac{k_3^2}{g_3} + \frac{k_4^2}{g_4} + \frac{k_5^2}{g_5} + \frac{1}{g_6}\right] g_6^2 c_6^2\,,$$

oder durch Gleichsetzung

$$6) \qquad A = \frac{k_1^2}{g_1} + \frac{k_2^2}{g_2} + \frac{k_3^2}{g_3} + \frac{k_4^2}{g_4} + \frac{k_5^2}{g_5} + \frac{1}{g_6}\,,$$

7) die Form:

$$g_6 c_6 = \frac{\varphi}{A}\,.$$

## Zusammenfassung.

Der Gang der Ausgleichung der beobachteten sechs Winkel zwischen vier Flächen eines beliebigen Krystalles, von welchem nicht drei Flächen derselben Zone angehören, ist demnach folgender:

1) Man setze:

$$s_1 = \frac{a_1 + a_3 + a_5}{2}, \qquad s_1' = \frac{a_1 + a_3 - a_5}{2},$$

$$s_3 = \frac{a_1 + a_2 + a_4}{2}, \qquad s_3' = \frac{a_1 + a_2 - a_4}{2},$$

$$p_1 = \sin s_1 . \sin s_1', \qquad \pi_1 = \sin a_1 \cdot \sin a_3,$$

$$p_3 = \sin s_3 . \sin s_3', \qquad \pi_3 = \sin a_1 \cdot \sin a_3 .$$

2) $$\cos \frac{\alpha_1}{2} = \sqrt{\frac{p_1}{\pi_1}} \qquad \cos \frac{\gamma_1}{2} = \sqrt{\frac{p_3}{\pi_3}}, \qquad \beta_1 = \gamma_1 - \alpha_1 .$$

3) $$\cos a_6' = \cos a_2 \cos a_3 + \sin a_2 \sin a_3 \cos \beta_1 .$$

4) $$\sin \alpha_3 = \sin \beta_1 \cdot \frac{\sin a_3}{\sin a_6'} .$$

5) $$\sin \alpha_4 = \sin \beta_1 \cdot \frac{\sin a_2}{\sin a_6'}, \quad \sin \beta_4 = \sin \alpha_1 \cdot \frac{\sin a_1}{\sin a_5} .$$

6) $$\gamma_4 = 360^0 - (\alpha_4 + \beta_4) .$$

7) $$\sin \beta_3 = \sin \gamma_4 \cdot \frac{\sin a_5}{\sin a_4}, \qquad \gamma_3 = \beta_3 + \alpha_3 .$$

8) $$k_1 = \frac{\sin \alpha_2}{\sin \gamma_2} \cdot \frac{\sin \alpha_4}{\sin \beta_4}$$

$$k_2 = \frac{\sin \beta_3}{\sin \gamma_3}$$

$$k_3 = \frac{\sin \gamma_4}{\sin \beta_4}$$

$$k_4 = \frac{\sin \alpha_3}{\sin \gamma_3}$$

$$k_5 = \frac{\sin \alpha_4}{\sin \beta_4}$$

$$k_6 = 1 .$$

9) $$A = \frac{k_1^2}{g_1} + \frac{k_2^2}{g_2} + \frac{k_3^2}{g_3} + \frac{k_4^2}{g_4} + \frac{k_5^2}{g_5} + \frac{k_6^2}{g_6} .$$

10) $$g_6 c_6 = \frac{\varphi}{A} .$$

11) $$g_r c_r = k_r \cdot g_6 c_6 .$$

Das soeben berechnete Problem ist allgemein und bezieht sich natürlich auf das trikline System; es ist aber leicht auf specielle Fälle zu übertragen. In dem monoklinen Systeme wird man z. B. zu setzen haben: $a_2 = a_4 = 90^0$ und somit $\gamma_1 = \gamma_2 = 90^0$. Im rhombischen wird $a_1 = a_2 = a_4 = 90^0$ sein und folglich $\gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 90^0$; im tetragonalen Systeme wird ausserdem $\alpha_1 = \beta_1 = 45^0$ sein u. s. w.

### Beispiel.

Als Beispiel wähle ich das schon von J. Beckenkamp*) für das trikline System berechnete. Für Anorthit vom Vesuv hatte er folgende Winkel gefunden:

$$P_1 : P_2 = (11\bar{1}):(010) = a_1 = 115^\circ 12' \; 0{,}''4 ; \qquad g_1 = 1$$
$$P_1 : P_3 = (11\bar{1}):(1\bar{1}0) = a_2 = 98 \; 33 \; 2{,}7 ; \qquad g_2 = 1$$
$$P_1 : P_4 = (11\bar{1}):(001) = a_3 = 57 \; 49 \; 57{,}6 ; \qquad g_3 = 1$$
$$P_2 : P_3 = (010):(1\bar{1}0) = a_4 = 117 \; 34 \; 16{,}4 ; \qquad g_4 = 1$$
$$P_2 : P_4 = (010):(001) = a_5 = 85 \; 54 \; 17{,}4 ; \qquad g_5 = 1$$
$$P_3 : P_4 = (1\bar{1}0):(001) = a_6 = 69 \; 20 \; 0{,}8 ; \qquad g_6 = 1$$

Daraus berechnet sich:

$$s_1 = 129^\circ 28' \; 7{,}''7 , \qquad s_1' = 43^\circ 33' \, 53{,}''3$$
$$s_3 = 165 \; 39 \; 39{,}7 , \qquad s_3' = 48 \; 5 \; 23{,}3 .$$
$$\log p_1 = 9{,}725923 , \qquad \log p_3 = 9{,}265538 ,$$
$$\log \pi_1 = 9{,}884191 , \qquad \log \pi_3 = 9{,}951711 ,$$
$$\log\cos\frac{\alpha_1}{2} = 9{,}920866 , \qquad \log\cos\frac{\gamma_1}{2} = 9{,}656914 ,$$
$$\alpha_1 = 67^\circ 5' \, 44{,}''4 , \qquad \gamma_1 = 126^\circ 1' \, 4{,}''3$$
$$\beta_1 = \gamma_1 - \alpha_1 = 58^\circ \, 55' \, 19{,}''9 ,$$
$$\log\sin\beta_4 = 9{,}929009 , \qquad \beta_4 = 123^\circ \, 19' \, 10{,}''0 ,$$
$$\log\sin\alpha_4 = 9{,}956746 , \qquad \alpha_4 = 115 \; 8 \; 58{,}0 ,$$
$$\gamma_4 = 360^\circ - (\beta_4 + \alpha_4) = 121^\circ \, 31' \, 52{,}''0 .$$
$$a_6' = 69^\circ \, 19' \, 56{,}''4 ,$$
$$\varphi = a_6' - a_6 = - 4{,}''4 .$$
$$\log\sin\alpha_3 = 9{,}889227 , \qquad \alpha_3 = 50^\circ \, 47' \, 34{,}''7 ,$$
$$\log\sin\beta_4 = 9{,}981864 , \qquad \beta_3 = 73 \; 33 \; 24{,}3 .$$
$$\gamma_4 = \beta_3 + \alpha_3 = 124^\circ \, 20' \, 59{,}''0 .$$
$$\log k_1 = 0{,}033464_n , \qquad k_1^2 = 1{,}16662$$
$$\log k_2 = 0{,}065099_n , \qquad k_2^2 = 1{,}34952$$
$$\log k_3 = 0{,}008613 , \qquad k_3^2 = 1{,}04046$$
$$\log k_4 = 9{,}972453_n , \qquad k_4^2 = 0{,}88085$$
$$\log k_5 = 0{,}034737 , \qquad k_5^2 = 1{,}17348$$
$$k_6^2 = 1{,}00000$$
$$A = 6{,}61093$$

$$c_6 = \frac{\varphi}{A} = - 0{,}''65$$
$$c_1 = k_1 c_6 = + 0{,}''70$$
$$c_2 = k_2 c_6 = + 0{,}77$$

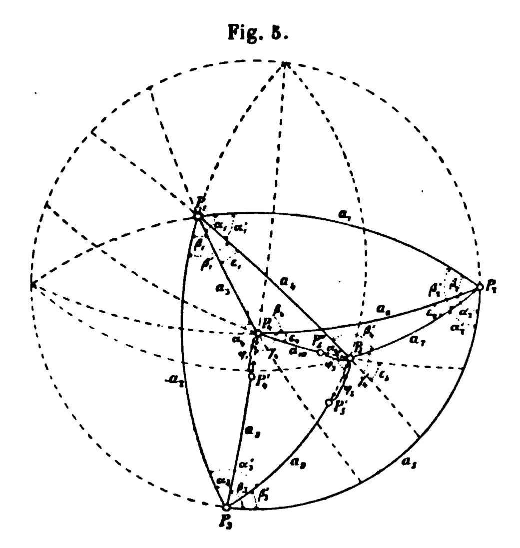
*) Diese Zeitschr. **5**, 442 und **22**, 384.

$$c_3 = k_3 c_6 = -\ 0{,}''68$$
$$c_4 = k_4 c_6 = +\ 0{,}62$$
$$c_5 = k_5 c_6 = -\ 0{,}72\ .$$

Die Einfachheit dieser von mir vorgeschlagenen und zusammengesetzten Methode beruht in erster Linie darauf, dass die Berechnung der Coefficienten $k_1 k_2 k_3 k_4 k_5$ logarithmisch ist und auch graphisch sein kann; in zweiter Linie aber auch auf der Berechnung der Verbesserungen $c_1 c_2 c_3 c_4 c_5 c_6$, indem man direct die Werthe in Bruchtheilen der Grade und nicht in solchen des Radius erhält, was einen grossen Vortheil bietet.

Der Leser wird bemerkt haben, dass die Berechnung mit einer kleinen Ungenauigkeit behaftet ist, die ich absichtlich und stillschweigend übergangen habe. Es wurden nämlich in der Berechnung von $k_1 k_2 k_3 k_4 k_5$ die Veränderungen nicht beachtet, welche die Winkel $\alpha_1 \beta_1 \gamma_1$, $\alpha_3 \beta_3 \gamma_3$ und $\alpha_4 \beta_4 \gamma_4$ erfahren in Folge der Zunahme $c_1 c_2 \ldots c_5$, welche die Winkel $a_1 a_2 \ldots a_5$ erhalten. Jedoch wird sich der Leser auch überzeugen können, dass diese Veränderungen höchstens Fehler des zweiten Grades erzeugen, wenn wir annehmen, dass die Verbesserungen $c_1 c_2 \ldots c_6$ kleine Grössen des ersten Grades sind. So muss man eigentlich immer verfahren, wenn es sich um die Ausgleichungsrechnung nach der Methode der kleinsten Quadrate handelt, und die zu berechnenden Unbekannten in transcendentaler Form vorkommen. Für unseren Zweck brauchen wir eine grössere Genauigkeit nicht zu verlangen.

Fig. 5.



Dieser Vorgang ist auch auf einen allgemeinen Fall übertragbar, wenn die Beobachtungsfehler nämlich zwischen mehr als vier Flächen ausgeglichen werden sollen. Um dies klar darzulegen genügt es, dass wir fünf solche in Betracht ziehen, zwischen denen man die Winkel $a_1 a_2 \ldots a_{10}$ gemessen hat; die Gewichte dieser Ergebnisse sind $g_1 g_2 \ldots g_{10}$, und die Verbesserungen, die man an den Winkeln anzubringen hat, seien $c_1 c_2 \ldots c_{10}$. Construiren wir, Fig. 5, wie wir vorher gethan haben, die Pole $P_1 P_2 P_3 P_4 P_5$ mit den irrthümlichen Winkeln $a_1 a_2 a_3 a_4 a_5 a_6 a_7$, so wird man die Winkel

$$\widehat{P_3 P_4} = a_8', \quad \widehat{P_3 P_5} = a_9' \quad \text{und} \quad \widehat{P_4 P_5} = a_{10}'$$

erhalten, die verschieden sind von den gemessenen Winkeln $a_8$, $a_9$, $a_{10}$, sodass, wenn wir von $P_3$ aus gegen $P_4$ den Winkel $a_8$ auftragen, wir einen Pol $P_4'$ erhalten, von $P_3$ aus gegen $P_5$ den Winkel $a_9$, einen Pol $P_5'$, ferner von $P_4$ aus gegen $P_5$ denjenigen $a_{10}$, einen Pol $P_5''$. Die von einander unabhängigen Widersprüche des Systems werden sein:

$$a_8' - a_8 = \varphi_1$$
$$a_9' - a_9 = \varphi_2$$
$$a_{10}' - a_{10} = \varphi_3 .$$

Es handelt sich nun darum, ein solches System von Verbesserungen zu wählen, dass die drei oben erwähnten Widersprüche Null werden, und dass dem Princip der kleinsten Quadrate Genüge geleistet sei. Kommen wir auf die schon benutzte mechanische Bedeutung des Problems zurück, so haben wir in den Zonen $P_4 P_4'$, $P_5 P_5'$ und $P_5 P_5''$ Kräftepaare anzubringen und das als elastisch angesehene System so zu deformiren, dass $P_4'$ mit $P_4$, $P_5'$ und $P_5''$ mit $P_5$ übereinstimmen. Das Problem des Gleichgewichts dieses Systems wird identisch sein mit dem Probleme der Ausgleichungsrechnung, sobald wir annehmen, dass die inneren Kräftepaare proportional der Winkelzunahme seien. Den Beweis dieses Satzes brauchen wir nicht durchzuführen. Stellen wir also fest, dass das System so deformirt werden muss, dass wir äussere Kräftepaare in den drei Zonen $P_4 P_4'$, $P_5 P_5'$ und $P_5 P_5''$ anbringen, und dass diese Kräftepaare von einander unabhängig sind.

Das Problem des Gleichgewichtes eines elastischen Systems kann so behandelt werden, dass wir das Gleichgewicht zwischen den äusseren Kräften oder Kräftepaaren und den inneren Kräften oder Kräftepaaren, die aus den äusseren herstammen, einzeln betrachten.

Bevor wir aber dazu übergehen, schreiben wir folgende Zusammenstellung:

$$h_1 = \frac{\sin\beta_1}{\sin\gamma_1}\cdot\frac{\sin\gamma_4}{\sin\beta_4} \qquad k_1 = \frac{\sin\beta_1'}{\sin\gamma_1'}\cdot\frac{\sin\gamma_4'}{\sin\beta_4'} \qquad l_1 = \frac{\sin\varepsilon_2}{\sin\beta_2}\cdot\frac{\sin\varepsilon_4}{\sin\beta_4}$$
$$h_2 = \frac{\sin\beta_3}{\sin\gamma_3} \qquad k_2 = \frac{\sin\alpha_3'}{\sin\gamma_3'} \qquad l_3 = \frac{\sin(\varepsilon_4+\beta_4)}{\sin\beta_4}$$
$$h_3 = \frac{\sin\gamma_4}{\sin\beta_4} \qquad k_4 = \frac{\sin\gamma_4'}{\sin\beta_4'} \qquad l_4 = \frac{\sin\varepsilon_5}{\sin\beta_4'}$$
$$h_5 = \frac{\sin\beta_3}{\sin\gamma_3} \qquad k_5 = \frac{\sin\beta_3'}{\sin\gamma_3'} \qquad l_6 = \frac{\sin\varepsilon_4}{\sin\beta_4}$$
$$h_6 = \frac{\sin\alpha_4}{\sin\beta_4} \qquad k_7 = \frac{\sin\alpha_4'}{\sin\beta_4'} \qquad l_7 = \frac{\sin(\varepsilon_5+\beta_4')}{\sin\beta_4'}$$
$$h_8 = 1 \qquad k_9 = 1 \qquad l_{10} = 1 ,$$

die die Bedingung des Gleichgewichtes ausdrückt.

Wenn zwei Kräftepaare nur in der Zone $P_4 P_4'$ angebracht werden, und

wenn die Winkeldrehung von $P_4'$ gegen $P_4$ und in Bezug auf diese $\varphi_1'$ ist, werden wir für das Gleichgewicht haben

$$\varphi_1' = \left[\frac{h_1^2}{g_1} + \frac{h_2^2}{g_2} + \frac{h_3^2}{g_3} + \frac{h_5^2}{g_5} + \frac{h_6^2}{g_6} + \frac{1}{g_8}\right] g_8 c_8 = A_1 g_8 c_8 .$$

Ebenso wenn durch zwei äussere Kräftepaare, in der Zone $P_5 P_5'$ angebracht, eine Winkeldrehung $\varphi_2'$ von $P_5'$ gegen $P_5$ hervorgebracht wird, wird man haben:

$$\varphi_2' = \left[\frac{k_1^2}{g_1} + \frac{k_2^2}{g_2} + \frac{k_4^2}{g_4} + \frac{k_5^2}{g_5} + \frac{k_7^2}{g_7} + \frac{1}{g_9}\right] g_9 c_9 = A_2 g_9 c_9 .$$

Und auf ähnliche Weise wird man, wenn die äusseren Kräftepaare in der Zone $P_5'' P_5$ wirken, in dieser Zone folgende Winkeldrehung bekommen:

$$\varphi_3' = \left[\frac{l_1^2}{g_1} + \frac{l_3^2}{g_3} + \frac{l_4^2}{g_4} + \frac{l_6^2}{g_6} + \frac{l_7^2}{g_7} + \frac{1}{g_{10}}\right] g_{10} c_{10} = A_3 g_{10} c_{10} .$$

Wie man sieht, wird alles, was wir früher ausführten, auch hier ohne Einschränkung angewandt. Nun bleibt zu erwägen, was entsteht, wenn die Kräftepaare in den drei Zonen gleichzeitig wirken. Sehen wir zuvörderst, welche Winkeldrehung zwischen $P_4'$ und $P_4$ entsteht, wenn zwei Kräftepaare von der Grösse $p$ in der Zone $P_5 P_5'$ wirken. Der Einfachheit halber nehmen wir an, dass nur der Winkel $a_2$ veränderlich sei; dann erhalten wir zuerst $g_2 c_2 = k_2 p$. Nun ist es klar, dass $c_2$ auch dann erhalten werden kann, wenn zwei andere Kräftepaare von der Grösse $q$ in der Zone $P_4 P_4'$ wirken, sobald $g_2 c_2 = h_2 q$ ist, d. h. $h_2 q = k_2 p$.

Daraus folgt, dass die Kräftepaare von der Grösse $p$, in der Zone $P_5 P_5'$ angebracht, dieselbe Wirkung in der Zone $P_4 P_4'$ hervorbringen, wie zwei in dieser letzten Zone wirkende Kräftepaare von der Grösse $q$. Diese Wirkung ist

$$\frac{h_2^2 q}{g_2} = \frac{h_1 k_1}{g_1} p .$$

Daraus ersehen wir nebenbei, dass ein Kräftepaar, in der Zone $P_5 P_5'$ angebracht, eine Wirkung in der Zone $P_4 P_4'$ hervorbringt, welche mit derjenigen identisch ist, die in der Zone $P_5 P_5'$ entstehen würde, wenn dasselbe Kräftepaar in der Zone $P_4 P_4'$ angebracht wäre. Dieses Reciprocitätsgesetz trägt den Namen von Maxwell.

Lassen wir nun die Annahme fallen, dass nur $a_2$ veränderlich sei; dann bringen die Kräftepaare von der Grösse $g_9 c_9$ in der Zone $P_5 P_5'$ folgende Winkeldrehung in der Zone $P_4 P_4'$ hervor:

$$\varphi_1'' = \left[\frac{h_1 k_1}{g_1} + \frac{h_2 k_2}{g_2} + \frac{h_5 k_5}{g_5}\right] g_9 c_9 = B_1 \cdot g_9 c_9 .$$

Auf gleiche Weise erzeugen die in der Zone $P_4 P_4'$ wirkenden Kräftepaare von der Grösse $g_8 c_8$ folgende Winkelveränderung in der Zone $P_5 P_5'$:

$$\varphi_2'' = \left[\frac{k_1 h_1}{g_1} + \frac{k_2 h_2}{g_2} + \frac{k_5 h_5}{g_5}\right] g_8 c_8 = B_1 \cdot g_8 c_8 ,$$

und ebenso die Kräftepaare $g_{10} c_{10}$ in den beiden Zonen $P_4 P_4'$ und $P_5 P_5'$ die respectiven Veränderungen:

$$\varphi_1''' = \left[\frac{h_1 l_1}{g_1} + \frac{h_3 l_3}{g_3} + \frac{h_6 l_6}{g_6}\right] g_{10} c_{10} = C_1 \cdot g_{10} c_{10} ,$$

$$\varphi_2''' = \left[\frac{k_1 l_1}{g_1} + \frac{k_4 l_4}{g_4} + \frac{k_7 l_7}{g_7}\right] g_{10} c_{10} = C_2 \cdot g_{10} c_{10} .$$

Umgekehrt werden die Kräftepaare $g_8 c_8$ und $g_9 c_9$, das eine in $P_4 P_4'$, das andere in $P_5 P_5'$ angebracht, einzeln folgende Variationen in $P_5 P_5''$ hervorbringen:

$$\varphi_3'' = \left[\frac{l_1 h_1}{g_1} + \frac{l_3 h_3}{g_3} + \frac{l_6 h_6}{g_6}\right] g_8 c_8 = C_1 \cdot g_8 c_8 ,$$

$$\varphi_3''' = \left[\frac{l_1 k_1}{g_1} + \frac{l_4 k_4}{g_4} + \frac{l_7 k_7}{g_7}\right] g_9 c_9 = C_3 \cdot g_9 c_9 .$$

Nachdem dies festgestellt ist, werden wir, um die totalen Winkelveränderungen gleich den Widersprüchen $\varphi_1$, $\varphi_2$, $\varphi_3$ unter der Einwirkung der in den Zonen $P_4 P_4'$, $P_5 P_5'$ und $P_5 P_5''$ wirkenden und von einander unabhängigen Kräftepaare zu erhalten, setzen müssen:

$$\begin{aligned} \varphi_1 &= \varphi_1' + \varphi_1'' + \varphi_1''' \\ \varphi_2 &= \varphi_2' + \varphi_2'' + \varphi_2''' \\ \varphi_3 &= \varphi_3' + \varphi_3'' + \varphi_3''' . \end{aligned}$$

Wenn wir voriges berücksichtigen, erhalten wir folgende Gleichungen:

$$\begin{aligned} A_1 g_8 c_8 + B_1 g_9 c_9 + C_1 g_{10} c_{10} &= \varphi_1 , \\ B_1 g_8 c_8 + A_2 g_9 c_9 + C_1 g_{10} c_{10} &= \varphi_2 , \\ C_1 g_8 c_8 + C_2 g_9 c_9 + A_3 g_{10} c_{10} &= \varphi_3 , \end{aligned}$$

welche dazu dienen, die Verbesserungen $c_8$, $c_9$, $c_{10}$ zu bestimmen.

Dann lässt sich folgendes berechnen:

$$\begin{aligned} g_1 c_1 &= h_1 \cdot g_8 c_8 + k_1 \cdot g_9 c_9 + l_1 \cdot g_{10} c_{10} , \\ g_2 c_2 &= h_2 \cdot g_8 c_8 + k_2 \cdot g_9 c_9 , \\ g_3 c_3 &= h_3 \cdot g_8 c_8 \qquad\qquad + l_3 \cdot g_{10} c_{10} , \\ g_4 c_4 &= \qquad\qquad k_4 \cdot g_9 c_9 + l_4 \cdot g_{10} c_{10} , \\ g_5 c_5 &= h_5 \cdot g_8 c_8 + k_5 \cdot g_9 c_9 , \\ g_6 c_6 &= h_6 \cdot g_8 c_8 \qquad\qquad + l_6 \cdot g_{10} c_{10} , \\ g_7 c_7 &= \qquad\qquad k_7 \cdot g_9 c_9 + l_7 \cdot g_{10} c_{10} . \end{aligned}$$

Rom, Mai 1894.

---

# XXIV. Beschreibung eines neuen Mineralfundes aus Grönland.

Von

Gust. Flink in Stockholm.

(Hierzu Taf. IV.)

---

Im Monat März vorigen Jahres zeigte mir der Staatsgeologe Dr. N. O. Holst hierselbst eine schöne Sammlung von Mineralien, welche er soeben aus Grönland erhalten hatte. Es war sofort zu ersehen, dass diese Mineralien von einem neuen und ausgezeichneten Fundorte herstammen mussten. Neben einer Anzahl von vortrefflichen Aegirinkrystallen enthielt die Sendung verschiedene Sachen, welche bei einer oberflächlichen Betrachtung nicht zu bestimmen waren. Eine genauere Untersuchung erwies sich als nöthig, und eine solche hatte Herr Dr. Holst die Güte mir zu übertragen. Indessen war meine Zeit sehr beschränkt, so dass ich der Arbeit nur zwei Monate widmen konnte. Das solchermassen gewonnene Ergebniss wurde vorläufig in einem schwedischen Aufsatze*) niedergelegt, wozu ich später einen kleinen Nachtrag**) fügte. In der Zwischenzeit habe ich die Untersuchung nach verschiedenen Richtungen zu vervollständigen gesucht und jetzt ist es meine Absicht, hier Alles zusammenzufassen, was zur Zeit über die betreffenden Mineralien zu sagen ist.

Es ist leider nicht möglich, mit absoluter Genauigkeit anzugeben, wo in Grönland die Mineralien gefunden worden sind. Wahrscheinlich sind dieselben von Eskimos gesammelt und irgend einem der dänischen Colonisten überliefert worden. Dieser, welcher die Mineralien nach Schweden zum Verkauf gesandt hat, scheint indessen Ursache zu haben, seine Anonymität zu bewahren. Es war daher über den Fundort nichts Sicheres zu erfahren. Da diese neuen Mineralien aber mit verschiedenen anderen, wie Eudialyt,

---

*) Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandl. **15**, 195.

**) l. c. 467.

Arfvedsonit, Aegirin etc. zusammen vorkommen, welche nur aus dem syenitischen Pegmatitgange bei Kangerdluarsuk und Tunugdliarfik in der Nähe von Julianehåb in makroskopischer Grösse bekannt sind, scheint es wahrscheinlich, dass die neuen Mineralien auch von dort herstammen.

Es kommen jedoch an dem altberühmten Fundorte bei Kangerdluarsuk meines Wissens keine grösseren Drusenräume vor, denn die zahlreichen Mineralien, welche von dort bekannt sind, waren immer im Gestein eingewachsen, ähnlich wie die primären Mineralien an dem analogen Fundorte bei Langesund in Norwegen. Im letztgenannten Gebiete kommen aber auch Hohlräume vor, in denen secundäre Mineralien, wie Zeolithe, Eudidymit, Hydrargillit u. s. w. auskrystallisirt sind. Eine solche secundäre Generation scheinen auch die neuen grönländischen Mineralien zum Theil zu bilden, und dieselben sind auch unzweifelhaft in Drusenräumen auskrystallisirt. Da solche Gebilde von nennenswerther Bedeutung im Kangerdluarsukgebiete nicht wahrgenommen sind, wohl aber in der Gegend des Ortes Igaliko, 25 km NO von Kangerdluarsuk, ist man berechtigt, den Fundort der neuen Mineralien hier zu suchen.

Die Localität bei Igaliko, genauer als Narsasik bezeichnet, ist noch weniger als diejenige bei Kangerdluarsuk und Tunugdliarfik untersucht worden. Der Felsgrund besteht nach K. J. V. Steenstrup aus älterem Granit und rothem Sandstein und wird von Pegmatitgängen mit Drusenräumen durchzogen. Hier sammelte Steenstrup im Jahre 1888 verschiedene Mineralien, unter denen sich auch Aegirinkrystalle befinden, welche den hier zu beschreibenden völlig ähnlich sind. Die Krystalle vom Kangerdluarsukgebiete, welche im Gesteine eingewachsen gewesen sind, zeigen gewöhnlich nur matte Flächen, während diejenigen von Narsasik, als in Drusenräumen aufgewachsen, immer stark glänzend sind. Unter den neuen Mineralien befinden sich ziemlich grosse Krystalle von Zirkon, welches Mineral schon früher bei Narsasik (Igaliko) gefunden wurde, wogegen es niemals bei Kangerdluarsuk beobachtet worden ist.

Es giebt demnach verschiedene Gründe für die Annahme, dass diese Mineralien nicht bei Kangerdluarsuk, sondern bei Narsasik gefunden sind, und obwohl zur Zeit keine endgültige Entscheidung hierüber getroffen werden kann, hat man wohl vorläufig nichts anderes zu thun als Narsasik bei Igaliko als den Fundort zu nennen.

Nach diesen Betrachtungen über den muthmasslichen Fundort, welche sich hauptsächlich auf freundliche Mittheilungen des Dr. N. V. Ussing in Kopenhagen gründen, gehen wir zur Beschreibung der verschiedenen Mineralien über.

## 1. Neptunit*).

Dies neue Mineral ist nur in krystallisirtem Zustande beobachtet worden, und zwar sind die Krystalle meist an Individuen von Aegirin angewachsen. Gewöhnlich tragen die Aegirinkrystalle nur an ihren freien Enden die Neptunite; bisweilen sind sie aber auch an den Flächen der Verticalzone damit bekleidet, ja es kommt sogar vor, dass die Aegirinstengel gespalten und Neptunitkrystalle in den so entstandenen Klüften eingekeilt sind. Auch auf einer Unterlage von Feldspath, welcher unten näher beschrieben werden soll, kommen Neptunitkrystalle angewachsen vor. Oftmals sitzen die Krystalle von einander ziemlich isolirt, an der Unterlage nur mit einer Ecke oder einer untergeordneten Fläche anhaftend, so dass dieselben fast ringsherum ausgebildet sind. Fast eben so häufig sind die Krystalle aber in Drusen oder Gruppen unregelmässig zusammengewachsen, und solche Gruppen können bisweilen recht ansehnliche Dimensionen erreichen. Dieselben sind gewöhnlich von Aegirinstengeln durchsetzt und zusammengehalten. Die einzelnen Krystalle sind ihrer Grösse nach sehr verschieden. Die kleinsten derselben können nur mit der Lupe wahrgenommen werden, während die grössten wohl 4 cm im Querschnitt messen. Am zahlreichsten sind jedoch diejenigen, welche weniger als 1 cm gross sind. Bisweilen sind mehrere Krystallindividuen in paralleler oder fast paralleler Orientirung zusammengewachsen, sogenannte Krystallstöcke bildend, welche bis 5 cm gross sein können. Im Allgemeinen sind die Neptunitkrystalle ausgezeichnet gut ausgebildet, d. h. die Flächen derselben sind eben und stark glänzend, so dass an den Krystallen durch Messungen sehr genaue Winkelwerthe zu erhalten sind. Sie gehören dem monosymmetrischen Systeme an und aus den Fundamentalwinkeln:

$$(110):(010) = 40^\circ\ 7'$$
$$(001):(100) = 64\ \ 22$$
$$(111):(001) = 35\ \ 51$$

berechnet man das Axenverhältniss

$$a : b : c = 1{,}31639 : 1 : 0{,}8075;$$
$$\beta = 64^\circ\ 22'.$$

Hierauf bezogen sind die am Minerale beobachteten Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$**), $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $d = \{\bar{3}01\}\,3\bar{P}\infty$, $e = \{\bar{2}01\}\,2\bar{P}\infty$, $s = \{111\}-P$, $v = \{221\}-2P$, $u = \{\bar{5}12\}\,\frac{5}{2}\bar{P}5$, $o = \{\bar{1}11\}P$.

---

*) Dieser Name wurde von Dr. Holst vorgeschlagen, weil das Mineral mit Aegirin (von Aegir, dem altnordischen Gott des Meeres) zusammen vorkommt.

**) Die von A. Hamberg in Geol. Fören. i Stockholms Förh. 18, 587 vorgeschlagene Modificirung der Naumann'schen Bezeichnung (diese Zeitschr. 23, 159) wird in diesem Aufsatze verwendet.

Diese Formen sind sämmtlich möglichst naturgetreu ihrer relativen Grösse nach in Fig. 1, Taf. IV wiedergegeben. Die Flächen *m*, *c* und *u* sind immer vorherrschend, wodurch die Krystalle einen oktaëderähnlichen Habitus bekommen. Dem Habitus nach zeigen die Neptunitkrystalle übrigens unter einander keinen nennenswerthen Unterschied. Nur hier und da sieht man ein Individuum, welches nach der Verticalaxe etwas mehr als gewöhnlich ausgezogen ist.

Die verschiedenen Formen der Krystalle sind in physikalischer Beziehung meistens einander recht ungleich. Im Allgemeinen ist die Basisfläche durch den schönsten Glanz ausgezeichnet. Sie ist auch, besonders an kleinen Individuen, vollkommen eben. Doch kann diese Fläche auch, und dies ist hauptsächlich an grösseren Individuen der Fall, aus heterogenen Elementen zusammengesetzt sein, welche entweder gewölbt und von gebogenen Linien — oder auch verschieden erhaben und von Intersectionen der anliegenden Flächen (*m*, *u*) begrenzt sind. Die Flächen des Grundprismas *m* sind ebenfalls stark glänzend, aber selten völlig eben. Gewöhnlich sind diese Flächen mit einer mehr oder weniger deutlichen Streifung versehen, welche parallel der Verticalaxe verläuft. Häufig sind sie auch mit schwachen Rauten versehen, deren Seiten mit der Verticalzone und der Combinationskante gegen die Basisfläche parallel sind. Die übrigen Flächen der Verticalzone sind immer, ihrer Ausdehnung nach, sehr untergeordnet und an mehreren Krystallindividuen gar nicht vorhanden. Das Querpinakoid *a* ist stets mit kleinen Flächen vertreten, welche häufig vertical gestreift und wenig glänzend sind. Die Flächen des Längspinakoids *b* sind schmal, auch vertical gestreift, aber gut glänzend. Von den beiden negativen Pyramiden *s* und *v* ist die erstgenannte immer vorhanden, obwohl die Flächen derselben meistens schmal sind. Dieselben sind ebenso glänzend wie die Basisfläche, parallel mit deren Combinationskante sie grösstentheils gestreift sind. Die Pyramide *v* ist sehr untergeordnet und fehlt oftmals gänzlich. Noch viel seltener ist die positive Grundpyramide *o*, welche kaum an $\frac{1}{10}$ der Krystalle vorkommt. Die Flächen derselben sind sehr klein, aber eben und stark glänzend. Die Flächen *u*, *d* und *e* sind von den übrigen Flächen der Krystalle ganz verschieden. Dieselben sind wenig glänzend, oft beinahe matt und uneben, wie geschmolzen und geflossen. Es ist daher kaum möglich, gegen diese Flächen genaue Winkelmessungen zu bekommen. Die pyramidalen Flächen *u* sind immer grösser als die domatischen *d* und *e*. In dem Querdoma *d* kreuzen sich die Zonen $[(110):(5\bar{1}\bar{2})]$ und $[(1\bar{1}0):(51\bar{2})]$. Die Flächen des Querdomas *e* sind immer sehr klein und häufig kaum wahrnehmbar. Die Form gehört der Zone $[(110):(\bar{1}11):(5\bar{1}2)]$ an.

An jedem Neptunitkrystalle kommen die Formen *c*, *m*, *u*, *d* und *s* vor, und dieselben sind für die allgemeine Gestalt der Krystalle bestimmend. Diese Hauptformen sind in Fig. 2, Taf. IV wiedergegeben, um zu zeigen,

wie die Krystalle in ihrer einfachsten Gestalt aussehen. Von den übrigen Formen fehlen gewöhnlich eine oder mehrere. Ihrer Häufigkeit nach können dieselben etwa wie folgt geordnet werden: *a*, *b*, *v*, *e* und *o*.

Die durch Messen an sechs verschiedenen Krystallen gefundenen Winkel nebst den entsprechenden berechneten Werthen sind zusammengestellt in folgender

**Winkeltabelle.**

| | 1. | 2. | 3 | 4. | 5. | 6. | Berechnet |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ | 99° 38′ | 99° 39′ | *99° 46′ | — | — | 99° 53′ | *99° 46′ |
| $(110):(100)$ | 49 49 | 50 1 | — | 49° 57′ | 49° 50′ | 49 56 | 49 53 |
| $(110):(\bar{1}10)$ | 80 11 | 80 11 | — | 80 12 | 80 13 | 80 4 | 80 14 |
| $(110):(001)$ | 73 49 | (72 51) | — | 73 49 | 73 57 | 73 35 | 73 49 |
| $(100):(001)$ | 64 23 | 64 12 | *64 22 | — | 64 26 | 64 31 | *64 22 |
| $(\bar{3}01):(100)$ | 33 1 | 32 59 | 33 11 | — | 33 2 | 33 5 | 32 38 |
| $(\bar{2}01):(100)$ | — | 48 37 | 48 38 | — | — | 48 46 | 48 37 |
| $(111):(001)$ | 35 55 | 35 53 | *35 51 | 35 36 | 35 39 | 35 51 | *35 51 |
| $(221):(110)$ | 23 51 | 23 59 | — | — | — | 24 2 | 23 45 |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ | — | 76 15 | 76 32 | — | 76 4½ | — | 76 44 |
| $(\bar{1}11):(001)$ | — | — | 51 23 | 51 51 | 51 17 | — | 51 13 |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}10)$ | — | — | 55 11 | 55 0 | 54 58 | — | 54 58 |
| $(\bar{5}12):(\bar{5}\bar{1}2)$ | 26 40 | — | — | — | 27 15 | — | 28 42 |
| $(\bar{5}12):(001)$ | — | — | — | 76 24 | 76 5 | 76 40 | 76 45 |
| $(\bar{1}10):(\bar{3}01)$ | 57 11 | — | — | — | 57 15 | 57 31 | 57 8 |
| $(\bar{3}01):(\bar{5}12)$ | 14 23 | — | — | — | 14 44 | — | 15 48 |
| $(\bar{1}10):(\bar{5}12)$ | 47 55 | — | — | — | 48 6 | — | 47 44 |

Unter den Neptunitkrystallen scheinen Zwillinge sehr selten zu sein. Ich hatte das vorliegende Material von mehr als 50 Stufen wiederholt durchmustert, ohne einen einzigen Zwillingskrystall zu finden. Endlich entdeckte ich an einer kleinen Stufe eine derartige Verwachsung von zwei kleinen Individuen, so dass schwerlich ein Zweifel darüber obwalten konnte, dass hier wirklich ein Zwilling vorhanden war. Wie gewöhnlich im monosymmetrischen Systeme, ist die Verwachsungsfläche eine der am meisten hervorragenden Flächen der Zone der Queraxe, nämlich die Basisfläche. Das Zwillingsgesetz lautet: Zwillingsfläche die Basis, Zwillingsaxe die Normale zur Basis, um welche ein Individuum 180° gedreht ist. Die $c$-Axen der beiden Individuen sind also gegen einander um 51° 16′ geneigt (Fig. 3, Taf. IV). Der Zwillingscomplex war für die Messung schwer zugänglich und durfte von der Stufe nicht getrennt werden. Es wurde der einspringende Winkel zwischen zwei anliegenden Prismenflächen gemessen, nämlich:

$$m : \underline{m} = 31^{\circ}17'$$

$$\text{berechnet} \quad = 32\;22$$

Dies Ergebniss ist nur wenig befriedigend, konnte aber der unbequemen Messung wegen kaum besser erwartet werden. Später habe ich noch einen zweiten Zwilling gefunden, welcher im Gegensatz zum erstgenannten sehr ansehnlich ist. Die Stufe besteht aus einem 5 × 4 cm messenden Krystallstock, welcher im Ganzen einen Zwilling darstellt. Diese ausgezeichnete Stufe gehört der mineralogischen Sammlung der hiesigen Hochschule an. Der sich zur Messung gut eignende Zwilling ist nach demselben Gesetze wie der vorige gebildet. An demselben wurde

| | gemessen: | berechnet: |
|---|---|---|
| $m : \underline{m}$ = | 32° 24′ | 32° 22′ |
| $a : \underline{e}$ = | 2 0 | 2 39 |

Das spec. Gew. des Neptunit wurde mit der Westphal'schen Wage in Aethylenjodid bestimmt und = 3,234 gefunden. Die Härte des Minerals liegt zwischen 5 und 6 (wird kaum von Orthoklas geritzt). Parallel den Flächen des Grundprismas $m$ ist der Neptunit sehr deutlich spaltbar, und die Spaltflächen geben am Goniometer fast ebenso scharfe Reflexbilder wie die Krystallflächen. Im mikroskopischen Präparat, welches senkrecht gegen die Verticalaxe orientirt ist, tritt die Spaltbarkeit, als einander unter ca. 80° schneidende Risse, sehr deutlich hervor. Sonstige Cohäsionsminima sind nicht beobachtet worden. Das Mineral hat im Uebrigen einen muscheligen Bruch und ist sehr spröde, so dass es sich auffallend leicht pulverisiren lässt. Das Pulver ist von zimmtbrauner Farbe.

Der Neptunit zeigt an den Krystallflächen einen ausgezeichneten Glasglanz, welcher bisweilen etwas an Metallglanz streift. Bruchflächen zeigen auch Glasglanz, welcher aber häufig in Fettglanz übergeht. Die Reflexionsfarbe ist rein schwarz. Nur sehr kleine Krystallindividuen, sowie auch dünne Splitter sind tief blutroth durchscheinend. Diese Farbe ist auch an Bruchflächen sichtbar. Die Pellucidität ist so gering, dass mikroskopische Präparate sehr dünn geschliffen werden müssen, um durchsichtig zu werden. Solche Präparate zeigen einen ziemlich deutlichen Pleochroismus in Verbindung mit einem zonaren Bau von ungleich tief gefärbter Substanz parallel der Krystallbegrenzung. Die verschiedenen Zonen zeigen jedoch unter einander homogene optische Orientirung.

Im ersten, nach der Symmetrieebene orientirten Schnitte bildet eine Auslöschungsrichtung, im stumpfen Winkel $\beta$, mit der Verticalaxe einen Winkel von 18°. Die in dieser Richtung schwingenden Strahlen sind der grössten Absorption unterworfen und die Axenfarbe ist tief rothbraun. Die senkrecht gegen diese Richtung schwingenden Strahlen werden weniger absorbirt und die Axenfarbe ist gelbroth. Derselbe Schnitt zeigt auch im convergenten polarisirten Lichte ein Axenbild mit grossem Winkel zwischen den optischen Axen.

Im zweiten, senkrecht gegen die Symmetrieebene, 72° gegen das Quer-

pinakoid und $7\frac{1}{2}^0$ gegen die Basisfläche orientirten Schnitt werden die parallel der Symmetrieaxe schwingenden Strahlen am wenigsten absorbirt und die Axenfarbe ist hier gelbroth. Die senkrecht gegen die Symmetrieaxe, also in der Symmetrieebene schwingenden Strahlen werden stärker absorbirt und die Axenfarbe ist dunkelroth. Dieser Schnitt zeigt im convergenten polarisirten Lichte ein Axenbild mit kleinem Winkel zwischen den optischen Axen. — Die Ebene der optischen Axen ist also senkrecht gegen die Symmetrieebene, und die erste Mittellinie bildet mit der Verticalaxe, innerhalb des stumpfen Winkels $\beta$, einen Winkel von 18⁰.

Im dritten, gegen die beiden vorigen senkrecht orientirten Schnitte zeigt die Richtung der Symmetrieaxe die kleinste Absorption und die Axenfarbe ist hellroth. Die gegen die Symmetrieaxe senkrecht schwingenden Strahlen werden stärker absorbirt und die Axenfarbe ist roth. In diesem Schnitte wird mit dem Quarzkeil im convergenten polarisirten Lichte constatirt, dass die Richtung der grössten optischen Elasticität mit der krystallographischen Symmetrieaxe, also mit der stumpfen Bisectrix zusammenfällt. Der Neptunit ist somit optisch positiv.

Wenn man, wie gewöhnlich, die Richtung der grössten optischen Elasticität mit $\mathfrak{a}$, die der mittleren mit $\mathfrak{b}$ und die der kleinsten mit $\mathfrak{c}$ bezeichnet, so ist die Lichtabsorption für

$$\mathfrak{c} > \mathfrak{b} > \mathfrak{a}.$$

In der Platinzange schmilzt der Neptunit vor dem Löthrohre ziemlich leicht zu einer schwarzen Kugel. Mit Phosphorsalz bekommt man ein Kieselskelett und bei bezüglichem Verfahren die Reactionen für Eisen und Mangan. Das Mineral wird von Säuren (mit Ausnahme der Flusssäure) nicht angegriffen. Dagegen wird es durch Zusammenschmelzen mit Alkalicarbonat leicht und vollständig zersetzt. Meine Analyse, mit I. bezeichnet, wird hier unten mitgetheilt. Nachdem dieselbe bereits in meinem oben erwähnten Aufsatze veröffentlicht war, wurde eine zweite Analyse von O. A. Sjöström bekannt gemacht*). Sie wird unter II. hier wiedergegeben.

| | I. | Sauerstoff: | II. |
|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 51,53 | 0,2748 | 51,93 |
| $TiO_2$ | 18,13 | 0,0708 | 17,45 |
| $FeO$ | 10,91 | 0,0242 | 10,23 |
| $MnO$ | 4,97 | 0,0112 | 5,32 |
| $MgO$ | 0,49 | 0,0020 | — |
| $CaO$ | — | 0,0000 | 0,71 |
| $K_2O$ | 4,88 | 0,0083 | 5,71 |
| $Na_2O$ | 9,26 | 0,0234 | 9,36 |
| | 100,17 | | 100,98 |

*) Geol. Fören. i Stockh. Förhandl. 15, 393.

Wie aus den Sauerstoffquantitäten hervorgeht, entsprechen die Oxydule der Schwermetalle und die Titansäure gerade den Bestandtheilen eines Metatitanates $TiO_3(\frac{2}{3}Fe + \frac{1}{3}Mn)$. Dann bleiben aber nur die Alkalien und der unbedeutende Magnesia- (oder Kalk-)Gehalt zurück, um mit der Kieselsäure ein Oktosilicat nach der Säureformel $Si_4O_9H_2$ zu bilden. Die chemische Formel des Neptunit würde sich also folgendermassen gestalten:

$$TiO_3(\tfrac{2}{3}Fe + \tfrac{1}{3}Mn) \,.\, Si_4O_9(\tfrac{3}{4}Na_2 + \tfrac{1}{4}K_2).$$

Nach dieser Formel wird die procentische Zusammensetzung wie folgt berechnet:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 51,75 |
| $TiO_2$ | 17,68 |
| $FeO$ | 10,35 |
| $MnO$ | 5,10 |
| $K_2O$ | 5,09 |
| $Na_2O$ | 10,03 |

Die solchergestalt erzielten Werthe stimmen tadellos mit den Ergebnissen der Analysen überein. Indessen kann man sich die Substanz als ein Titanosilicat, aus einer Kieselsäure $Si_5O_{12}H_4$ gebildet, denken. Die Formel des Minerals würde in letzterem Falle

$$(4Si + Ti)O_{12}(\tfrac{2}{3}Fe + \tfrac{1}{3}Mn)(\tfrac{3}{4}Na_2 + \tfrac{1}{4}K_2)$$

werden. Welche von diesen Formeln vorzuziehen ist, lässt sich zur Zeit schwer entscheiden, da bis jetzt irgend eine entsprechende Verbindung nicht bekannt sein dürfte.

Der Neptunit muss wohl, insofern als er ein Titanosilicat darstellt, mit den Mineralien der Titanitgruppe zusammengestellt werden. Allerdings ist die Uebereinstimmung des Neptunit mit den genannten Mineralien nur eine qualitative, denn die wahre Constitution desselben lässt sich nicht mit derjenigen des Titanit in Einklang bringen. Schon auf Grund dieser qualitativen Verwandtschaft ist man aber geneigt, auch nach anderen, besonders krystallographischen, Analogien zu suchen. Solche Analogien sind jedoch gar nicht leicht ersichtlich und der Titanit, welcher sonst in weit verschiedenen Gestalten auftreten kann, dürfte niemals in einem Habitus, welcher an den Neptunit erinnert, beobachtet worden sein. Auch sind die gewöhnlichen Winkel des Titanit ganz verschieden von den Winkeln des Neptunit.

Indessen findet man, dass die Flächen der untergeordneten und seltenen Form $u = \{131\} - 3P3$ *) am Titanit mit einander einen Winkel von $100^\circ 41\frac{1}{2}'$ bilden, welcher von dem Prismenwinkel des Neptunit $99^\circ 46'$ wenig verschieden ist. Das Querpinakoid $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$ des Neptunit, welches mit dem Querdoma $d = \{\bar{3}01\}3\bar{P}\infty$ einen Winkel von $32^\circ 38'$ bildet,

*) Nach der von Dana gewählten Aufstellung des Titanit.

entspricht also am Titanit dem mit der Basis einen Winkel von 32°12' bildenden Querdoma $Y = \{101\} = -\bar{P}\infty$. Endlich kann z. B. $c = \{001\}0P$ am Neptunit, welche Fläche mit $a$ den Winkel $\beta$ bildet, einer Form $\{302\}\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ entsprechen, welche allerdings am Titanit noch nicht beobachtet wurde. Man hat somit am Neptunit folgende Winkel:

$$m = \{131\} - 3\check{P}3 : m' = \{1\bar{3}1\} - 3\check{P}3 = 99°46'$$
$$a = \{101\} - \bar{P}\infty : d = \{001\} \quad 0P = 32\ 38$$
$$c = \{\bar{3}02\} \quad \tfrac{3}{2}\bar{P}\infty : a = \{101\} - \bar{P}\infty = 64\ 22$$

aus welchen sich ein Axenverhältniss berechnen lässt, welches nur wenig von demjenigen des Titanit verschieden ist, nämlich

für Neptunit $a : b : c = 0,7335 : 1 : 0,82866$; $\beta = 61°\ 9'$
- Titanit*) $a : b : c = 0,75467 : 1 : 0,85429$; $\beta = 60\ 17$

Die am Neptunit beobachteten Formen werden hier unten zusammengestellt: a. so wie sie anfänglich gedeutet wurden, b. auf dies neue Axenverhältniss bezogen, also in Uebereinstimmung mit dem Titanit.

| a. | b. |
|---|---|
| $b = \{010\}\infty\check{P}\infty$ | $\{010\}\infty P\infty$ |
| $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$ | $\{101\}-\bar{P}\infty$ |
| $c = \{001\}0P$ | $\{\bar{3}02\}\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ * |
| $d = \{\bar{3}01\}3\bar{P}\infty$ | $\{001\}0P$ |
| $e = \{\bar{2}01\}2\bar{P}\infty$ | $\{\bar{1}04\}\frac{1}{4}\bar{P}\infty$ * |
| $m = \{110\}\infty P$ | $\{131\}-3\check{P}3$ |
| $s = \{111\}-P$ | $\{\bar{1}31\}3\check{P}\frac{3}{2}$ * |
| $v = \{221\}-2P$ | $\{560\}\infty\check{P}\frac{6}{5}$ * |
| $u = \{512\}\frac{5}{2}\bar{P}5$ | $\{139\}\frac{1}{3}\check{P}3$ * |
| $o = \{\bar{1}11\}P$ | $\{\bar{2}33\}\check{P}\frac{3}{2}$. |

Von diesen 10 Formen ist die halbe Anzahl und zwar diejenigen, welche mit einem * versehen sind, am Titanit nicht beobachtet worden, was recht bemerkenswerth ist, da bis jetzt an diesem Mineral schon mehr als 70 Partialformen bekannt sind.

Es ist einleuchtend, dass der Neptunit nicht anderswo in das Mineralsystem als in die Titanitgruppe eingereiht werden kann. Die oben zusammengestellten Axenverhältnisse sind einander so ähnlich, dass die beiden Mineralien Neptunit und Titanit als krystallographisch isomorph angesehen werden müssen. Die Unterschiede zwischen den entsprechenden Winkeln an den beiden Mineralien erreichen niemals eine Grösse von 1°. Man könnte daher meinen, es wäre zweckentsprechend, dem Neptunit eine solche Aufstellung (und ein entsprechendes Axenverhältniss) zu geben.

*) Nach Dana.

wodurch die Beziehung zum Titanit deutlichst dargelegt würde. Hiergegen erheben sich jedoch verschiedene Bedenken. Die Wahl der Grundform für eine krystallisirte Substanz mit drei ungleichwerthigen Axenrichtungen ist ja immer mehr oder weniger willkürlich. Dies ist besonders beim Titanit der Fall, welcher, seines sehr wechselnden Habitus wegen, gar keine allgemein gültigen Anhaltspunkte für die Bestimmung der Grundform darbietet. Zwar scheint die von Dana (und Des Cloizeaux) gewählte Stellung recht zweckmässig zu sein, da die verschiedenen Formen nach derselben verhältnissmässig einfache Symbole bekommen, und die Krystalle von mehreren Localitäten nach der so angenommenen Basisfläche etwas tafelförmig sind. Diese Grundstellung ist aber nicht allgemein zur Annahme gelangt. Die meisten deutschen Mineralogen dürften noch an der älteren Naumann-schen Stellung festhalten, und so hat man gegenwärtig für den Titanit wenigstens zwei verschiedene Aufstellungen. Welche von diesen beiden man auch für den Neptunit verwenden möge, immer werden die Formensymbole sehr verwickelt erscheinen. Vor allem ist aber die ausgezeichnete Spaltbarkeit dazu geeignet, die Verticalzone des Minerals anzuzeigen.

## 2. Epididymit.

Der Name des neuen Minerals, welches hier beschrieben werden soll, ist gewählt, um anzudeuten, dass das Mineral in enger Beziehung zu dem neuerdings bei Langesund in Norwegen entdeckten und von Brögger beschriebenen *) Mineral Eudidymit steht. Die chemische Zusammensetzung des Epididymit ist nämlich völlig identisch mit derjenigen des genannten norwegischen Minerals, wie aus folgender Vergleichung der nach der Formel des Eudidymit

$$Si_3O_8BeNaH$$

berechneten und der von mir durch Analyse am Epididymit gefundenen Werthe hervorgeht.

| | Berechnet nach der Formel des Eudidymit: | Gefunden durch Analyse am Epididymit: |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 73,4 | 73,74 |
| $BeO$ | 10,2 | 10,56 |
| $Na_2O$ | 12,7 | 12,88 |
| $H_2O$ | 3,7 | 3,73 |
| | 100,0 | 100,91 |

Das specifische Gewicht des Epididymit ist = 2,548, durch Wägen mit der Westphal'schen Wage in Jodkaliumquecksilberjodidlösung bestimmt. Das spec. Gew. des Eudidymit ist = 2,553. Der Unterschied ist also nur

*) Diese Zeitschr. 16, 586.

5 Einheiten der dritten Decimalstelle, was kaum die gangbaren Beobachtungsfehler überschreitet. Die Härte des Eudidymit ist = 6. Der Epididymit wird ziemlich leicht von Orthoklas geritzt und scheint somit etwas weicher als Eudidymit zu sein. Wie der Eudidymit, schmilzt auch der Epididymit vor dem Löthrohre leicht zu einem farblosen Glase. Von Säuren, mit Ausnahme der Flusssäure, wird das Mineral gar nicht oder doch sehr unbedeutend angegriffen. Das Wasser wird erst im Gebläsefeuer ausgetrieben.

Wenn auch die oben erwähnten Eigenschaften des Epididymit keinen Grund für die Bestimmung desselben als eine eigene Gattung abgeben, so lassen doch die krystallographischen und optischen Verhältnisse des Minerals in dieser Beziehung keinen Zweifel mehr übrig. Die Krystalle des Eudidymit sind monosymmetrisch, die des Epididymit dagegen rhombisch. Das mir zur Verfügung gestellte Untersuchungsmaterial von Epididymit war ein ziemlich beschränktes, und gut ausgebildete Krystalle waren verhältnissmässig selten. Das Mineral besteht nämlich grösstentheils aus stark gestreiften Stengeln, welche eine Länge von einigen cm erreichen können und einer krystallographisch bestimmbaren Endbegrenzung entbehren. Unter diesem ungünstigen Material gelang es mir jedoch, verschiedene sehr gut ausgebildete kleine Krystallindividuen zu finden, welche Winkelmessungen von wünschenswerther Genauigkeit gestatteten. Aus folgenden Fundamentalwinkeln:

$$(100):(310) = 30^{\circ}\ 4'$$

und

$$(201):(001) = 46\ 53$$

wurde berechnet:

$$a : b : c = 1,7367 : 1 : 0,9274 .$$

Auf dieses Axenverhältniss bezogen, sind die am Mineral beobachteten Formen:

$a = \{100\} \infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\} \infty\check{P}\infty$, $c = \{001\} 0P$, $m = \{110\} \infty P$, $n = \{310\} \infty\bar{P}3$, $l = \{210\} \infty\bar{P}2$, $d = \{201\} 2\bar{P}\infty$, $e = \{403\} \frac{4}{3}\bar{P}\infty$, $f = \{401\} 4\bar{P}\infty$, $g = \{101\} \bar{P}\infty$, $h = \{304\} \frac{3}{4}\bar{P}\infty$, $i = \{203\} \frac{2}{3}\bar{P}\infty$ und $p = \{221\} 2P$.

Wie aus den Fig. 4 und 5, Taf. IV ersichtlich, sind die Epididymitkrystalle immer nach der Queraxe langgezogen. Die Flächen der Zone dieser Axe sind häufig stark gestreift und dies ist besonders bei den grösseren Krystallindividuen der Fall. Nur an sehr kleinen Individuen sind die Flächen dieser Zone ungestreift und geben gute, einfache Reflexe. Die gewöhnlichste Combination solcher Krystalle zeigt Fig. 4. Unter den Flächen der Domenzone ist $d$ stets die häufigste. Auch $e$ und $f$ sind, obwohl schmal, fast immer vorhanden. Die Flächen $g$, $h$ und $i$ kommen sehr selten vor und sind nur an einem einzigen Individuum beobachtet worden. Die pinakoidalen Flächen $a$ und $c$ sind fast immer vorhanden. Die Basisfläche ist häufig recht breit

und stark gestreift, die Querpinakoide dagegen gewöhnlich schmal. Wie schon erwähnt, sind nur kleine Individuen mit bestimmbarer Endbegrenzung versehen. Die Flächen des Grundprismas sind bisweilen allein vorhanden, gewöhnlich tritt aber auch *n* hinzu. Das Längspinakoid ist selten und noch seltener sind das Prisma *l* und die pyramidale Form *o*. Alle diese Formen: *m*, *n*, *l*, *b* und *o*, welche die Endbegrenzung der Krystalle bilden, sind sehr eben und glänzend, ohne alle Streifung und gestatten ganz genaue Winkelmessungen. Diese gut messbaren Epididymitkrystalle sind selten mehr als ein paar mm lang und weniger als 1 mm dick.

Die grösseren Krystallindividuen sind in der Regel unvollkommen ausgebildet. Dieselben bilden lange Stengel, welche meistens nach der Basis abgeplattet sind, wobei die genannte Fläche der Länge nach stark gestreift ist (Fig. 5, Taf. IV). Solche breite Stengel sind auch oftmals so gebildet, dass mehrere schmälere Individuen in paralleler Lage und mit ihren Basisflächen in gleicher Höhe zusammengewachsen sind. Die Grenzen zwischen den verschiedenen Individuen sind in solchen Fällen an der gemeinschaftlichen Basisfläche durch tiefe Furchen angezeigt. Am freien Ende sind die Stengel gewöhnlich unregelmässig begrenzt und sehen wie abgebrochen aus, was auch manche durch Unvorsichtigkeit beim Einsammeln wirklich sind. An verschiedenen Individuen kann man sich aber leicht davon überzeugen, dass diese rauhe Begrenzung wirklich eine ursprüngliche ist. Es kommt hier nämlich nicht selten eine grobe Streifung in verticaler Richtung vor, welche durch wechselndes Auftreten der Prismenflächen hervorgerufen ist (Fig. 5, Taf. IV).

Wenn die Flächen *a* und *m* etwa im Gleichgewicht auftreten, entstehen fast regelmässig hexagonale Tafeln. Dadurch, dass zwei oder mehrere solcher Tafeln auf einander gelegt und jede derselben bezüglich ihres Nachbars um die Verticalaxe 60° gedreht wird, entstehen Zwillinge, welche völlig analog mit denen des Eudidymit sind. Da die Einzelindividuen der Epididymitzwillinge mit einander fast völlig congruent sind, können hier keine solche triangulären Vorsprünge, welche am Eudidymit so charakteristisch sind, vorkommen. Auch die Flächen der Formen *n* und *b* fallen, als einem hexagonalen Prisma zweiter Ordnung entsprechend, in der Zwillingsstellung mit einander zusammen. Diese Zwillingsbildung nimmt man jedoch nur an gewissen Rändern und Ecken wahr, und eine solche ideale Ausbildung, wie Fig. 6, Taf. IV darstellt, ist nicht beobachtet worden. Gewöhnlich kreuzen sich die Stengel sternförmig unter Winkeln von 60° (Fig. 7, Taf. IV) oder die grösseren Individuen sind von dünnen, sich kaum ausserhalb des Hauptindividuums erstreckenden Lamellen in Zwillingsstellung durchwachsen. Ueberhaupt sind deutliche Zwillinge, d. h. solche Complexe, welche sich schon bei erster Betrachtung als Zwillinge kundgeben, beim Epididymit gar nicht so häufig wie beim Eudidymit. Der Epididymit scheint am meisten

einer sogenannten Kryptozwillingsbildung unterworfen zu sein. Diese, welche sich erst bei Untersuchung in polarisirtem Lichte verräth, ist jedoch sehr häufig und scheint für die genaue optische Untersuchung recht hinderlich zu sein.

Die an Epididymitkrystallen durch die Messungen gefundenen Winkelwerthe finden sich mit den entsprechenden berechneten Werthen zusammengestellt in nachfolgender

**Winkeltabelle.**

| | 1. | 2. | 3. | 4. | 5. | Berechnet |
|---|---|---|---|---|---|---|
| (310):(100) | 30° 0′ | 29°50′ | *30° 4′ | — | 30° 9′ | *30° 4′ |
| (110):(100) | 60 3 | 59 40 | 60 14 | — | 59 53 | 60 4 |
| (210):(110) | — | — | — | — | 19 8 | 19 6 |
| (310):(110) | — | 30 1 | 29 55 | — | — | 30 0 |
| (110):(010) | — | — | — | — | 29 52 | 29 56 |
| (201):(001) | — | — | *46 53 | 46°51′ | 47 6 | *46 53 |
| (201):(100) | 43 3 | 43 10 | 43 6 | 42 55 | — | 43 7 |
| (401):(100) | 25 23 | 25 5 | 25 5 | 25 4 | — | 25 5 |
| (401):(201) | 17 50 | 18 8 | 18 1 | 18 1 | — | 18 2 |
| (101):(001) | — | — | — | — | 28 7 | 28 6 |
| (403):(001) | — | — | — | — | 22 5 | 21 50 |
| (304):(001) | — | — | — | 35 31 | 35 35 | 35 27 |
| (304):(201) | — | — | — | 11 24 | 11 31 | 11 26 |
| (203):(001) | — | — | — | — | 19 29 | 19 36 |
| (100):(001) | — | — | 90 1 | 90 5 | — | 90 0 |
| (221):(001) | — | — | — | — | 64 55 | 64 57 |
| (221):(110) | — | — | — | — | 25 3 | 25 3 |

Der Epididymit ist nach zwei sich rechtwinklig kreuzenden Richtungen höchst vollkommen spaltbar, nämlich nach der Basis und dem Querpinakoid. Nach diesen Blätterdurchgängen, von welchen der basische am vollkommensten ist, lässt sich das Mineral in dünnste Platten, fast wie Glimmer oder Gyps spalten. Diese Durchgänge sind für Anfertigung von Dünnschliffen nach dem Längspinakoid sehr hinderlich, indem das Präparat beim Arbeiten fast immer in die kleinsten Theile zerfällt. Auch beim Pulverisiren macht sich die ausgeprägte Spaltbarkeit des Minerals wahrnehmbar. Beim Reiben bildet sich nämlich eine faserig-filzartige Masse, welche sich nur schwer zertheilen lässt.

Der Epididymit ist farblos und, wenn die Stengel nicht allzu rissig sind, wasserhell. An den mit den Blätterdurchgängen parallelen Flächen *a* und *e*, besonders an letzterer, kommt ausgezeichneter Perlmutterglanz vor; sonst ist das Mineral glasglänzend. In Uebereinstimmung mit der rhombischen Natur des Minerals zeigen alle drei pinakoidalen Dünnschliffe parallele Auslöschung. Im Schnitte nach dem Querpinakoid *a* ist bei con-

vergentem polarisirtem Lichte das an der spitzen Bisectrix gelegene Axenbild sichtbar. Dieses Axenbild ist, besonders wenn die Platte nicht sehr dick ist, ziemlich undeutlich und lässt einen kleinen Axenwinkel vermuthen. Die Axenebene ist mit der Basisfläche parallel*). Die Richtung der grössten optischen Elasticität fällt mit der ersten Mittellinie zusammen. Das Mineral ist also optisch negativ.

Wegen der eminenten Spaltbarkeit des Minerals war es nicht möglich, brauchbare Axenwinkelplatten herzustellen. Die optischen Constanten mussten daher mittels geschliffener Prismen bestimmt werden. Auch die Anfertigung solcher misslang mehrmals, wodurch das beste Material verloren ging. Ich musste mich daher endlich mit einem Paar sehr kleiner Prismen begnügen, welche nur Bestimmungen mit Natriumlicht gestatteten. Vermittelst eines dieser Prismen, welches einerseits von den basischen Spaltflächen, und andererseits vom Doma $d$ begrenzt war, wurden die Brechungsexponenten $\alpha$ und $\gamma$ recht genau bestimmt. Im zweiten Prisma, welches von einer Spaltfläche nach $a$ und einer geschliffenen Fläche $\infty\bar{P}n$ begrenzt war, sollte wieder der Exponent $\gamma$ und noch $\beta$ bestimmt werden. Die beiden Linien dieser Strahlen fielen jedoch einander so nahe, dass der mittlere Brechungsexponent $\beta$ nicht als ganz genau bezeichnet werden kann. Die gewonnenen Ergebnisse sind:

$$\begin{aligned} & \quad Na \\ \alpha &= 1{,}5645 \\ \beta &= 1{,}5685 \\ \gamma &= 1{,}5688 \end{aligned}$$

Hieraus wurde berechnet der Axenwinkel

$$2V_a = 31^\circ 4'.$$

Da der mittlere Brechungsexponent $\beta$ nicht sehr genau bestimmt werden konnte, so darf der berechnete Axenwinkel auch nicht als genau angesehen werden. In der That bin ich auf Grund von Wahrnehmungen an dem allerdings wenig deutlichen Axenbilde in der Platte parallel dem Querpinakoid geneigt anzunehmen, dass der Winkel der optischen Axen noch kleiner als der berechnete sein kann. Es verdient bemerkt zu werden, dass auch beim Eudidymit der Winkel der optischen Axen klein ist, nämlich für gelbes Licht $= 29^\circ 55'$. Obwohl es nicht gelang, die lichtschwachen Bilder der *Li*- und *Tl*-Flamme einzustellen und somit eine Grundlage für die Berechnung der Axenwinkel dieser Farben zu bilden, zeigt doch das bunte Interferenzbild in der Platte senkrecht gegen die erste Mittellinie, dass die Dispersion in dem Sinne stattfindet

$$\varrho > v.$$

*) In meinem erwähnten vorläufigen Aufsatze wurde gesagt, dass die Axenebene parallel dem Längspinakoid $b$ sei.

Diejenige Aufstellung, in welcher die Epididymitkrystalle hier oben betrachtet sind, wurde nur deshalb angenommen, weil die verschiedenen Formen der Krystalle in dieser Stellung in den Figuren am deutlichsten hervortreten. Die geometrische Beziehung des Minerals zum Eudidymit wird aber nach dieser Aufstellung nur betreffs der $a$- und $b$-Axe ersichtlich. Eine nähere Beziehung auch betreffend die $c$-Axe ergiebt sich, wenn man die Epididymitkrystalle um ihre Verticalaxen um 90° dreht, die Form $d$ als Längsdoma

$$\{011\}P\infty$$

und $n$ als Grundprisma

$$\{110\}\infty P$$

betrachtet. Aus den somit gewonnenen neuen Fundamentalwinkeln

$$n = \{110\}\infty P : a = \{010\}\infty \check{P}\infty = 30^0\ 4' \text{ und}$$
$$d = \{011\}\check{P}\infty : c = \{001\}\infty P \quad = 46\ 53$$

berechnet man

$$a : b : c = 1{,}7274 \ : 1 : 1{,}0680.$$

Beim Eudidymit ist $a : b : c = 1{,}71069 : 1 : 1{,}1071.$

Diese Uebereinstimmung der Axenverhältnisse an den beiden Mineralien ist jedoch nur eine scheinbare, da der Winkel $\beta$ beim Epididymit 90° und beim Eudidymit nur 86° 14½′ beträgt. Gegen eine nähere geometrische Beziehung zwischen den beiden Mineralien spricht auch der Umstand, dass dieselben nur die drei Formen $\{001\}0P$, $\{310\}\infty\bar{P}3$ und $\{010\}\infty\check{P}\infty$ gemeinsam haben. Der Epididymit ist nach zwei Richtungen höchst vollkommen spaltbar, nämlich nach der Basis und dem Querpinakoid, wogegen der Eudidymit nur eine vollkommene Spaltbarkeit, nach der Basis, besitzt. Was die optischen Verhältnisse der beiden Mineralien angeht, so sind zwar die Winkel der optischen Axen an beiden ungemein klein, sonst ist aber die optische Orientirung bei jedem Mineral ganz verschieden. Der Epididymit ist optisch negativ, die Ebene der optischen Axen ist mit der Basisfläche parallel und die erste Mittellinie fällt mit der krystallographischen Längsaxe zusammen. Dagegen ist der Eudidymit optisch positiv, die Axenebene ist mit dem Längspinakoid parallel und die erste Mittellinie bildet mit der Längsaxe (im spitzen Winkel $\beta$) einen Winkel von 27¾°.

Dies alles scheint mir Grund genug zu sein, die Substanz $Si_3O_8BeNaH$ als dimorph zu betrachten und den Epididymit als ein neues Mineral zu bezeichnen.

### 3. Katapleït.

Dies Mineral war bis jetzt nur aus der Gegend von Langesund in Norwegen bekannt*). Unter den von mir untersuchten Mineralien von Grönland befand sich auch ein augenscheinlich hexagonales Mineral, welches sich bei der Untersuchung als Katapleït erwiesen hat. Der grönländische Katapleït kommt, so weit mir bekannt ist, nur krystallisirt vor. Die Krystalle, welche häufig zu Drusen zusammengewachsen sind, können eine recht beträchtliche Grösse erreichen. Die grösste Krystalltafel von diesem Mineral, welche ich gesehen habe, ist in Fig. 8, Taf. IV naturgetreu und in natürlicher Grösse abgebildet. Sie ist 4,7 cm breit und 8 mm dick und gehört jetzt der mineralogischen Sammlung des hiesigen Reichsmuseums an. Die Krystalle des grönländischen Katapleït sind immer nach der Basis tafelförmig entwickelt und werden im Uebrigen nur vom hexagonalen Prisma und einer undeutlichen, pyramidalen Abstumpfung begrenzt. Die Basisfläche ist vortrefflich spiegelnd und zeigt einen schönen Diamantglanz. Die Flächen des Grundprismas sind sehr rauh und scheinen wie mit Aetzhügeln bedeckt, welche in horizontalen Reihen dicht orientirt sind. Die Flächen der pyramidalen Abstumpfung sind nur schimmernd, und da sie ausserdem gebogen, wie aus mehreren pyramidalen Flächen zusammengeflossen, erscheinen, ist es mir nicht gelungen, taugliche Winkelwerthe für dieselben zu finden. Die Schimmermessungen gegen die Basis ergaben Werthe zwischen 25° und 28° 2'. Hiernach könnten die Flächen wohl der Pyramide

$$\{10\bar{1}3\}\tfrac{1}{3}P$$

entsprechen, deren Flächen mit der Basis Winkel von 27° 41' bilden.

Das spec. Gewicht des Minerals ist = 2,743 und die Härte = 5. Eine recht deutliche prismatische Spaltbarkeit ist besonders aus Sprüngen und Rissen, die sich unter Winkeln von 60° resp. 120° kreuzen, ersichtlich. Vor dem Löthrohre schmilzt das Mineral leicht zu einem weissen Email und in der Phosphorsalzperle giebt es ein Kieselskelett. Von warmer Salzsäure wird es unter Ausscheidung von pulveriger Kieselsäure zersetzt. Eine von mir ausgeführte Analyse hatte folgendes Ergebniss:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 44,08 |
| $ZrO_2$ | 31,83 |
| $CaO$ | 0,17 |
| $Na_2O$ | 14,80 |
| $H_2O$ | (9,12) |
| | 100,00 |

*) N. V. Ussing theilt mir mit, dass er schon früher mikroskopische Katapleïtkrystalle als accessorische Bestandtheile im Gestein aus der Gegend von Kangerdluarsuk wahrgenommen habe.

Das grönländische Mineral kommt also dem reinen Natronkatapleït sehr nahe. Wie bekannt, giebt es in Norwegen zwei Varietäten, nämlich gewöhnlichen Katapleït und Natronkatapleït. Ersterer ist in der Farbe bräunlich, letzterer bläulich bis farblos. Der grönländische Katapleït ist in reinem Zustande farblos und durchsichtig. Die Krystalle sind jedoch meistens, wie schon erwähnt, von Sprüngen durchzogen und von fremdartigen Interpositionen verunreinigt, wodurch dieselben trübe und wie milchig aussehen.

Kleine, durchsichtige Krystalltafeln stellen sich in parallel polarisirtem Lichte als aus mit den Prismenflächen parallel orientirten Leisten bestehend dar, welche sich unter 60° kreuzen und eine ihrer Längsrichtung parallele Auslöschung zeigen. In convergentem Lichte sind zweiaxige Axenbilder mit kleinen Axenwinkeln zu sehen. Die Axenebenen scheinen völlig normal zur Basis zu stehen.

Dass die mimetische Zusammensetzung dieser Krystalle nur wenig stabil ist, zeigt sich dadurch, dass dieselbe schon bei einer mässigen Erhitzung in einen homogenen Bau übergeht. Wenn man eine kleine Krystalltafel oder einen nach der Basis orientirten Dünnschliff während der Erhitzung in polarisirtem Lichte betrachtet, so findet man, dass die sich kreuzenden Lamellen immer schwächer hervortreten, bis sie bei ca. 120° C. gänzlich verschwunden sind. Das Präparat verhält sich jetzt normal wie eine optisch einaxige Substanz. Während der Erkaltung treten die Lamellen wieder allmählich hervor, bis dieselben bei ca. 50° ebenso deutlich wie vor der Erhitzung sind. Diese Erscheinung ist also ganz analog mit derjenigen, welche Brögger am norwegischen Katapleït unter gleichen Umständen nachgewiesen hat*).

## 4. Aegirin.

An dem neuen grönländischen Fundorte scheint der Aegirin bei weitem das häufigste Mineral zu sein. Das gesammte Mineral bestand hauptsächlich aus hunderten von losen Aegirinkrystallen, unter deren Menge die verschiedenen anderen Mineralien fast verschwanden. Die allermeisten dieser Aegirinkrystalle waren einander sehr ähnlich, jedoch wurden einige Individuen gefunden, welche in ganz verschiedene Gestalten entwickelt waren. Der Aegirin von Igaliko kann in drei verschiedene Typen eingetheilt werden.

### Typus I.

Zu diesem Typus gehören die grosse Mehrzahl der grönländischen Aegirinkrystalle, während für die beiden folgenden Typen nur wenige Vertreter vorhanden waren. Die an den Krystallen des ersten Typus beobachteten Formen sind:

---

*) Diese Zeitschr. 16, 443.

$a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $f = \{310\}\infty\bar{P}3$, $\chi = \{510\}\infty\bar{P}5$, $s = \{\bar{1}11\}P$, $P = \{\bar{1}01\}\bar{P}\infty$, $x = \{461\}-6\breve{P}\frac{3}{2}$ (?), $V = \{571\}-7\breve{P}\frac{7}{5}$ (?), $u = \{111\}-P$.

Die gewöhnlichste Gestalt dieser Krystalle zeigt Fig. 9, Taf. IV. In der Verticalzone sind die Flächen des Grundprismas fast immer vorherrschend. Dieselben sind in den meisten Fällen schön glänzend, jedoch für genaue Messungen selten geeignet. Bald sind sie nämlich vertical gestreift, bald in unregelmässige Felder gebrochen und bald in rautenförmige Felder sehr stark parkettirt. Letztgenannte Oberfläche, welche offenbar durch occillatorisches Auftreten der Combinationskanten gegen die angrenzenden Flächen $a$, $b$ und $o$ hervorgerufen wurde, ist oftmals sehr zierlich. Das Querpinakoid ist meistens etwas breiter als das Längspinakoid und fast immer stark gestreift. Die Flächen der beiden Querprismen $f$ und $\chi$ sind verhältnissmässig selten und stets sehr schmal.

Die Krystalle sind immer mit einem ihrer Enden angewachsen gewesen, und hier sind sie natürlicherweise abgebrochen worden. Am freien Ende sind die Krystalle zwar idimorph ausgebildet, in der Regel aber nicht derartig, dass die Winkel der Endflächen am Reflexionsgoniometer gemessen werden können. Dass die dominirenden Endflächen der positiven Grundpyramide $s$ angehören, kann man jedoch an den grösseren Individuen durch das Anlegegoniometer mit ausreichender Genauigkeit ermitteln. Die Polkante dieser Pyramide wird von dem Querdoma $p$ gerade abgestumpft. Diese Endflächen sind nun ganz rauh. Bald sind dieselben tief concav gewölbt oder ausgehöhlt, bald sind sie mit Vertiefungen versehen, welche in Reihen nach den prismatischen Combinationskanten orientirt sind, bisweilen sind sie zwar einigermassen eben, aber mit einem lehmartigen Staube bedeckt, welcher so hartnäckig anhaftet, dass man ihn nicht durch Reiben entfernen kann.

Rund herum an den Rändern, wo die Verticalflächen an die Endflächen anstossen, sieht man häufig, dass schmale, gekrümmte und meistens unbestimmbare Vicinalflächen diese Ränder abstumpfen. Am häufigsten und deutlichsten sind diese Flächen an der Combinationskante $[(110):(\bar{1}11)]$ vertreten. Für die diese Kante abstumpfenden und zwischen $\{110\}$ und $\{021\}$ gelegenen Flächen gilt als gemeinsame Formel $-mP\frac{m}{m-2}$ oder $\{hkl\}$, wo $l = \frac{k-h}{2}$, und sie gehören einer Zone an, von welcher Brögger*) hervorhebt, dass dieselbe für Aegirin (und für Pyroxen überhaupt) von hervortretender Bedeutung ist. Ich habe an einer Menge von Krystallen derartige Flächen zu bestimmen versucht, aber das Ergebniss war ein nur wenig

*) Diese Zeitschr. **16**, 323.

befriedigendes. Die Messungen wurden theils als Schimmermessungen, theils mit aufgeklebten Deckglasscherben und endlich, an grösseren Krystallindividuen, mit dem Anlegegoniometer ausgeführt. Die gefundenen Werthe für den Winkel $\left(m\breve{P}\frac{m}{m-2}:\infty P\right)$ schwanken zwischen 11°33′—17°3′. Die meisten Werthe scheinen sich jedoch einerseits um ca. 16½° und andererseits um ca. 13° zu gruppiren. Dies würde beziehungsweise $V = \{571\}7\breve{P}\frac{7}{5}$ und $x = \{461\}6\breve{P}\frac{3}{2}$ entsprechen, für welche man berechnet:

$$(571):(110) = 12°53'$$
$$(461):(110) = 16\ 28$$

Diese Formen können jedoch nicht als völlig sicher bezeichnet werden Die betreffenden Flächen sind zwar häufig recht breit, aber immer sehr uneben. Oftmals sehen dieselben wie mit kleinen ellipsoidischen Hügeln bedeckt aus, welche reihenförmig gruppirt sind. Bisweilen scheint die prismatische Fläche nur in eine unbestimmte Krümmung überzugehen.

Die Flächen der negativen Pyramide *u* habe ich nur an einem einzigen Krystall sicher festzustellen vermocht. Sie wurden durch die Lage in der Zone $[(100):(\bar{1}11)]$ und durch eine befriedigende Reflexionsmessung des Winkels (111):(100) bestimmt.

Die meisten Aegirinkrystalle des ersten Typus sind etwas mehr als 1 cm dick und 5 cm lang, aber es kommen auch wohlausgebildete Individuen vor, welche eine Länge von 20 cm und eine Dicke von 8 cm erreichen. Gewöhnlich sind sie, wie schon erwähnt, losgebrochen und also isolirt; es sind jedoch auch Stufen vorhanden, welche aus gekreuzten und unregelmässig durcheinandergewachsenen Individuen bestehen. Die mitvorkommenden Mineralien, wie Neptunit, Epididymit etc. sind nun meistens auf einzelnen Aegirinindividuen oder in den Zwischenräumen der Krystallgruppen derselben angesiedelt.

## Typus II.

Nur wenige Krystalle dieses Typus sind gefunden worden. Dieselben sind klein, kaum 1 cm lang, und wurden in den Hohlräumen einiger Stufen beobachtet, welche hauptsächlich aus Orthoklas und Aegirin bestanden. Der Habitus dieser Krystalle ist in Fig. 10, Taf. IV dargestellt. Sie sind durch ihre einseitig pyramidal zugespitzte Form ausgezeichnet. Die an denselben beobachteten Einzelformen sind folgende:

$m = \{110\}\infty P$, $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $f = \{310\}\infty\bar{P}3$, $C = \{661\}-6P$(?), $u = \{111\}-P$.

In der Verticalzone sind die Flächen des Grundprismas vorherrschend. Daneben ist auch das Querpinakoid meistens vorhanden, jedoch niemals derartig entwickelt, dass die Krystalle nach diesen Flächen tafelförmig er-

scheinen, wie es beim Akmit der Fall ist. Das Querprisma $f$ ist gewöhnlich auch zugegen, obwohl die Flächen desselben immer ganz schmal sind. Das Längspinakoid ist hier nicht beobachtet worden.

Von den Endflächen können nur diejenigen der negativen Grundpyramide $u$ als sicher bestimmt angegeben werden. Die Flächen dieser Form sind klein aber gut ausgebildet und glänzend, so dass die Winkelmessungen gegen dieselben sehr genau ausfielen. Die spitze Pyramide $C$ ist dagegen nicht als sicher festgestellt anzusehen. Die Flächen derselben sind, obwohl etwas glänzend, doch so convex gekrümmt, dass keine sicheren Reflexbilder von denselben zu bekommen waren. Eine Reihe Schimmermessungen an verschiedenen Krystallen hatten nur wenig übereinstimmende Ergebnisse. Zwar habe ich in dieser Weise Werthe bekommen, welche mit der angenommenen Form $\{661\}$.ziemlich gut stimmen, aber auch andere Werthe, die von den berechneten beträchtlich abweichen. Es ist manchmal sogar unsicher, ob die Fläche der spitzen Pyramide wirklich in der Zone $[(111):(110)]$ liegt oder nicht. Die Form $C = \{661\} - 6P$ wäre für den Aegirin, wie für den Pyroxen überhaupt neu. Am norwegischen Akmit ist von Brögger (l. c.) die entsprechende positive Form $O = \{\bar{6}61\} 6P$ bestimmt worden. Dass bei den grönländischen Krystallen die pyramidalen Endflächen $u$ und $C$ an der Vorderseite der Krystalle liegen, wurde durch Wahrnehmungen über die optische Orientirung in Dünnschliffen parallel der Symmetrieebene festgestellt.

Obwohl jeder der beiden oben beschriebenen Typen des Aegirin eine recht verschiedene Formenentwickelung zeigt, sind sie doch in optischer Beziehung einander ganz ähnlich. In Dünnschliffen parallel der Symmetrieebene hat die Richtung der grössten optischen Elasticität zu der Verticalaxe, im stumpfen Winkel $\beta$, eine Neigung von $5\frac{1}{2}^{0}$—$6^{0}$. Die in dieser Richtung schwingenden Lichtstrahlen erleiden die grösste Absorption und die Axenfarbe ist tief grasgrün. In der Richtung der kleinsten Absorption, welche ebenfalls innerhalb des stumpfen Winkels $\beta$ liegt, ist die Axenfarbe hellgrünlichgelb. Von der zu erwartenden deutlichen prismatischen Spaltbarkeit sind in den genannten Schnitten nur Spuren zu sehen.

## Typus III.

Die Krystalle des dritten Aegirintypus sind in ihren optischen Verhältnissen von den vorigen bemerkenswerth abweichend. In einem parallel der Symmetrieebene orientirten Dünnschliffe war es mir nicht möglich, eine Auslöschungsschiefe wahrzunehmen. Die Richtung der grössten optischen Elasticität fällt hier, so weit ich beobachten konnte, mit der Verticalaxe zusammen, und hiermit schwindet auch die Möglichkeit festzustellen, welche Seite der Krystalle die vordere und welche die hintere ist. Die Richtung der Verticalaxe war in diesem Schnitte um so leichter festzustellen, als die

Risse der prismatischen Spaltbarkeit hier sehr deutlich hervortraten, während in den vorigen Typen solche Risse kaum sichtbar waren. Der Pleochroismus ist in den Krystallen des dritten Typus viel schwächer als in den vorigen. Die grösste Absorption findet nach der Verticalaxe statt, und die Axenfarbe ist hier grüngelb. In der senkrechten Richtung desselben Schnittes ist die Axenfarbe blass graugelb.

Nur drei diesem Typus zugehörige Krystalle wurden gefunden; und dieselben sind 2—3 cm lang und ca. 0,8 cm breit. In der Verticalzone sind die Flächen des Querpinakoids, *a*, vorherrschend, so dass die Krystalle nach diesem Flächenpaar etwas abgeplattet sind. Ausserdem kommt das Grundprisma *m*, und wahrscheinlich auch das Querprisma *f*, nicht aber das Längspinakoid vor. Die Flächen der Verticalzone sind nur schimmernd und sie gestatten daher keine genauen Messungen. Die Endbegrenzung der Krystalle besteht aus spitz pyramidalen Flächen sowohl an der Vorder- wie der Rückseite. Diese Flächen sind sehr uneben und rauh und deshalb kaum möglich krystallographisch zu bestimmen. Vermittelst des Anlegegoniometers wurden derartige Winkelwerthe gefunden, dass die Flächen als $O = \{\bar{6}61\} 6P$ gedeutet werden können. Diese Form kommt an dem norwegischen Akmit vor, dessen Krystalle immer Zwillinge darstellen, d. h. äusserlich einen rhombischen Habitus zeigen. Dies ist auch bei den grönländischen Krystallen der Fall. Die Flächen *O* kommen sowohl an der Vorder- als an der Rückseite der Krystalle vor. Ob diese Krystalle Zwillinge sind oder nicht, kann nicht entschieden werden, da im Dünnschliffe wegen der parallelen Auslöschung keine Grenze wahrnehmbar ist. Jedenfalls sind diese Krystalle (Fig. 11, Taf. IV) dem norwegischen Akmit sehr ähnlich. Bemerkenswerth ist, dass der Auslöschungswinkel am Akmit von Norwegen, $5\frac{1}{2}^{\circ}$—$6^{\circ}$, gerade derselbe ist, welchen ich an Typus I und II von Grönland gefunden habe, während an denjenigen Krystallen aus Grönland, welche als Akmit anzusehen wären, der Auslöschungswinkel = 0 ist und der eigentliche Aegirin von Langesund eine Auslöschungsschiefe von $2\frac{1}{2}^{\circ}$—$3\frac{1}{2}^{\circ}$ aufzuweisen hat.

---

Ausser den oben beschriebenen vier Hauptmineralien kamen in der Sammlung noch verschiedene andere Mineralien vor. Wegen Mangel an Zeit konnte ich denselben eine genauere Untersuchung nicht widmen. Auch scheinen dieselben, der Mehrzahl nach, nur ein beschränktes Interesse beanspruchen zu können. Da es aber die Genesis der Hauptmineralien beleuchten dürfte, will ich die nebenstehenden Beobachtungen in Kürze hier erwähnen.

### 5. Arfvedsonit.

Dies Mineral kam hauptsächlich als grossblätterige Masse mit den Spaltungswinkeln des Amphibol vor und war auf Grund des charakteristischen

Pleochroismus leicht erkennbar. Wohlausgebildete Krystalle waren selten und erreichten an Länge kaum 1 cm. An denselben kommen folgende Formen vor: $\{010\}\infty\check{P}\infty$, $\{110\}\infty P$, $\{100\}\infty\bar{P}\infty$, $\{001\}0P$, $\{\bar{1}11\}P$, $\{021\}2\check{P}\infty$.

Aus den recht genau gemessenen Winkeln

$$(110):(1\bar{1}0) = 55^{0}53\tfrac{1}{2}'$$
$$(110):(001) = 77\ \ 33$$
$$(\bar{1}11):(001) = 34\ \ 39\tfrac{1}{2}$$

berechnet man als Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,54711 : 1 : 0,28963;\ \beta = 75^{0}52\tfrac{1}{2}'.$$

Die Krystalle sind nach dem Längspinakoid $b$ tafelartig ausgebildet. Von Zwillingen wurde nur ein einziges Individuum beobachtet. Dasselbe war mit dem Querpinakoid als Zwillings- und Verwachsungsebene sehr symmetrisch ausgebildet.

Im Dünnschliffe nach der Symmetrieebene zeigt sich eine Auslöschungsschiefe (im stumpfen Winkel $\beta$) von $14^{0}\,50'$. Dies ist die Richtung der kleinsten optischen Elasticität des Minerals und nach derselben findet die grösste Absorption des Lichtes statt bei einer tief grünblauen Axenfarbe. Die hiergegen senkrechte Richtung desselben Schnittes zeigt eine Axenfarbe von lebhaftem Strohgelb mit einem Stich in Olivengrün.

### 6. Quarz.

Die Quarzkrystalle sind prismatisch und am freien Ende von den beiden Grundrhomboëdern begrenzt. Die Kanten sind durch Aetzen stark abgerundet und auch die Krystallflächen tragen gewöhnlich sehr deutliche Aetzfiguren, welche in Uebereinstimmung mit der tetartoëdrischen Natur des Minerals auf den verschiedenen Flächen angeordnet sind. Bisweilen sind die Krystalle vom Aetzungsmittel so stark angegriffen, dass deren Gestalt ganz verschwunden ist und nur hyalitähnliche Kugeln zurückgeblieben sind.

### 7. Orthoklas.

Der Orthoklas kommt in zwei verschiedenen Generationen vor. Zur ersten Generation gehören grossblätterige Massen von blassgrauem Feldspath und grosse Krystalle desselben, welche die Aegirinkrystalle bisweilen durchsetzen. Dieser Feldspath scheint in der Generationsfolge das älteste Mineral zu sein. Sein spec. Gewicht ist = 2,574, also dasjenige des normalen Orthoklases. Der zur zweiten Generation gehörige Orthoklas besitzt dagegen das abnorm niedrige spec. Gewicht von 2,469. Möglicherweise liegt hier ein Natronorthoklas vor. Das Mineral bildet kleine, schneeweisse Krystalle, welche zusammen mit dem Neptunit vorkommen und von demselben Alter wie dieser sein müssen. Die Ausbildung der Krystalle ist inso-

fern eine eigenthümliche, als dieselben nach der Zone [(010):(1̄01)] etwas in die Länge ausgezogen sind. Folgende Formen sind beobachtet: {010} $\infty \check{P} \infty$, {001}$0P$, {1̄01}$\bar{P}\infty$, {2̄01}$2\bar{P}\infty$, {1̄11}$P$, {1̄12}$\frac{1}{2}P$. Von den Formen der Verticalzone kommt also nur das Längspinakoid vor.

## 8. Albit.

Dies Mineral kommt nur als jüngeres Gebilde vor. Die Krystalle sind klein, wasserhell, und sitzen meist an grösseren Individuen von Orthoklas, diese in paralleler Orientirung bekleidend. Das Vorhandensein folgender Formen ist festgestellt worden: {010}$\infty \check{P} \infty$, {130}$\infty \check{P}'3$, {150}$\infty \check{P}'5$. {110}$\infty P'$, {11̄0}$\infty' P$, {13̄0}$\infty' P3$, {1̄11}$,P$, {1̄1̄1}$P,$, {001}$\infty P$, {02̄1}$2'\check{P}\infty$.

Die Krystalle sind nach dem Längspinakoid tafelartig ausgebildet. Zwillingsbildung nach derselben Fläche kommt fast an jedem Individuum vor. Spec. Gewicht = 2,624.

## 9. Eudialyt.

Von Eudialyt befand sich in der Sammlung nur ein einziger Krystall. Derselbe ist ca. 1 cm gross und von rhomboëdrischem oder dicktafelförmigem Habitus, indem die Flächen der Basis und des positiven Grundrhomboëders ungefähr dieselbe Grösse erreichen. Die beobachteten Formen sind: {0001}$0R$, {101̄1}$R$, {101̄4}$\frac{1}{4}R$, {011̄2}$-\frac{1}{2}R$, {011̄5}$-\frac{1}{5}R$, {022̄1}$-2R$, {112̄0}$2P2$, {101̄0}$\infty R$.

Ausserdem kommt noch in der Zone [(101̄1):(011̄2)] ein negatives Skalenoëder vor, dessen Flächen jedoch zu schmal sind, um bestimmt werden zu können. Der Krystall scheint eingewachsen gewesen zu sein, denn er ist allseitig idiomorph ausgebildet. Seine Farbe ist dunkelbraun mit einem Stich ins graue, nicht rosa- bis violettroth, wie die Eudialytkrystalle von Kangerdluarsuk.

Hier mag noch ein ca. 4 cm grosser Afterkrystall erwähnt werden, welcher anfänglich für eine Pseudomorphose nach Neptunit gehalten wurde. Er ist aschgrau, an den Flächen rauh, und scheint vollständig umgewandelt zu sein. Seine Winkel wurden mit dem Anlegegoniometer gemessen und hieraus ging hervor, dass die Pseudomorphose aus Eudialyt entstanden sein muss.

## 10. Zirkon.

Von Zirkon waren nur wenige Krystalle vorhanden. Die grösseren derselben sind ein paar Centimeter lang und von folgenden Formen begrenzt: {110}$\infty P$, {111}$P$, {331}$3P$, {311}$3P3$.

Makroskopische Krystalle von Zirkon sind, wie schon erwähnt, bei Kangerdluarsuk nicht gefunden worden.

## 11. Epidot.

Der Epidot kommt in körnigen bis dichten Massen von gelblichgrüner Farbe vor. In diesen Massen befinden sich kleine Hohlräume, deren Wände mit winzigen Epidotkrystallen bekleidet sind.

## 12. Zinnwaldit.

Nur eine Glimmerart kam in der Sammlung und zwar sehr spärlich vor. Dieser Glimmer ist perlgrau bis silberweiss, bisweilen ins Grüngelbe spielend, kommt als dünne Krusten und sechsseitige Tafeln vor und gehört einer späteren Bildungsepoche an. Die Ebene der optischen Axen liegt der Symmetrieebene parallel und der Winkel der optischen Axen ist ziemlich gross. Die Flamme des Bunsen'schen Brenners wird von dem Mineral intensiv roth gefärbt. Im Oxydationsfeuer geschmolzen ist das Mineral rein weiss, weshalb nur wenig Eisen oder Mangan vorhanden sein kann. Wahrscheinlich dürfte dieser Zinnwaldit mit dem von Lorenzen beschriebenen Polylithionit*) verwandt sein.

## 13. Mikrolith**).

## 14. Parisit***).

## 15. Elpidit†).

---

Die Untersuchung wurde im mineralogischen Institut der Hochschule zu Stockholm ausgeführt. Der Vorsteher des Institutes, Dr. A. G. Högbom, hat mir während der Arbeit, wie immer, das freundlichste Zuvorkommen gezeigt, weshalb ich ihm zu bestem Danke verpflichtet bin.

---

*) Diese Zeitschr. **9**, 251.

**) Beschrieben von G. Nordenskiöld in Geol. Fören. i Stockh. Förh. **16**, 336.

***) - - - - - - - - - **16**, 338.

†) - - G. Lindström - - - - - **16**, 330.

und G. Nordenskiöld - - - - - **16**, 343.

# XXV. Ueber die Löslichkeit der Mischkrystalle einiger isomorpher Salzpaare.

Von

W. Muthmann und O. Kuntze in München.

(Mit 3 Textfiguren.)

---

Ueber die Löslichkeit von Mischkrystallen sind systematische Versuche bis jetzt nur bei sehr wenigen Körperpaaren angestellt worden, obwohl derartige Untersuchungen für die chemische Krystallographie vom allergrössten Interesse sind. Bakhuis Roozeboom verdanken wir eine ausführliche theoretische Entwickelung der Beziehungen, welche existiren zwischen der Zusammensetzung einer gesättigten Lösung zweier isomorpher Substanzen und derjenigen der Mischkrystalle, welche mit dieser Lösung im Gleichgewicht sind. Es ist in dieser Zeitschr. **22**, 602 vor kurzem über die Arbeit Roozeboom's eingehend referirt worden; unter anderem hat Roozeboom gezeigt, dass Löslichkeitsbestimmungen von Mischkrystallen ein vorzügliches Mittel bieten, die Frage nach der Mischfähigkeit isomorpher Körper zu entscheiden, das heisst festzustellen, ob zwei Substanzen in jedem Verhältnisse zu Mischkrystallen zusammentreten können, oder ob in der Mischungsreihe eine Lücke existirt. Auch die Grenzen, innerhalb deren zwei Körper der letzteren Art noch Mischkrystalle bilden, lassen sich durch Bestimmung der Löslichkeit der Krystalle leicht ermitteln, wie aus folgender Betrachtung hervorgeht.

Ist eine gesättigte Lösung, die ausser dem Lösungsmittel noch zwei Substanzen enthält, im Gleichgewicht mit nur einer Art von Bodenkörpern — in unserem Falle also von Mischkrystallen —, so ist nach der Gibbs-schen Phasenregel das Gleichgewicht bekanntlich ein unvollständiges; mit anderen Worten: es ändert sich sowohl die Zusammensetzung der Lösung, als auch diejenige der Mischkrystalle, wenn man der ersteren auf irgend welche Weise, etwa durch Verdunsten oder Ausfrieren, Lösungsmittel entzieht. Dagegen ist das Gleichgewicht ein vollständiges, wenn zwei Boden-

körper, also zwei Arten von Mischkrystallen vorhanden sind; ist dies der Fall und man entfernt aus der flüssigen Phase Lösungsmittel, so ist nach Wiedereinstellung des Gleichgewichtes in dem System sowohl die Zusammensetzung der Lösung, als auch diejenige einer jeden der beiden festen Phasen völlig constant geblieben, vorausgesetzt, dass in beiden Fällen Druck und Temperatur dieselben waren.

Nun entspricht, wie Roozeboom in der citirten Abhandlung bewiesen hat, einer bestimmten Zusammensetzung der gesättigten Lösung immer eine bestimmte Zusammensetzung der Mischkrystalle*), die letztere ist eine Function der ersteren und ausserdem nur noch von Druck und Temperatur abhängig. Denken wir uns zwei Körper $A$ und $B$ in einer Flüssigkeit gelöst, und es scheiden sich bei einer bestimmten constant angenommenen Temperatur und bei einem bestimmten Drucke Krystalle aus, so ist die Zusammensetzung dieser Krystalle nur durch die Zusammensetzung der Lösung bedingt. Diese letztere muss nach dem oben Gesagten constant sein, so lange zwei Arten von Mischkrystallen entstehen, also innerhalb der Grenzen, in denen die Substanzen nicht zu Mischkrystallen zusammentreten können, während sie sich stetig mit der Zusammensetzung der Krystalle ändert, so lange nur eine Art der letzteren entsteht, die beiden Körper also mischfähig sind. Tragen wir also in ein rechtwinkliges Coordinatensystem die Zusammensetzung der Mischkrystalle als Abscissen, die der Lösung als Ordinaten ein, so erhalten wir eine stetig verlaufende Curve, wenn Mischkrystalle in allen Verhältnissen möglich sind, dagegen zwei durch eine der Abscissenaxe parallel laufende gerade Linie verbundene Curvenäste, wenn eine Lücke in der Mischungsreihe existirt, und die Endpunkte dieser Geraden werden die Grenzen der Mischfähigkeit ergeben.

Eingehende experimentelle Untersuchungen über diese Verhältnisse sind, wie schon gesagt, nur mit wenigen Salzpaaren durchgeführt worden. Roozeboom bestimmte die Löslichkeit von Kaliumchlorat und Thalliumchlorat und es ergab sich, dass die Krystalle des $TlClO_3$ bis zu 36,30 % $KClO_3$, die $KClO_3$-Krystalle dagegen nur bis zu 2,7 % $TlClO_3$ aufnehmen können; zwischen diesen beiden Grenzen sind Mischkrystalle der beiden Salze nicht möglich. Ausserdem verdanken wir Fock**) die Untersuchung zweier Salzpaare, nämlich des Kaliumkupferchlorids und Ammoniumkupfer-

*) »Zusammensetzung der Lösung« nenne ich der Kürze halber die molekularprocentische Zusammensetzung der in der Volumeinheit Lösung befindlichen Substanz. Haben wir die beiden Körper $A$ und $B$ in Lösung und es befinden sich im Liter $c_1$ Moleküle des Körpers $A$, $c_2$ Moleküle des Körpers $B$, so ist die Zusammensetzung der Lösung gegeben durch den Ausdruck $\frac{100 \cdot c_2}{c_1 + c_2}$. Ebenso ist, wenn von Zusammensetzung der Mischkrystalle die Rede ist, immer die molekularprocentische, niemals dagegen die gewichtsprocentische Zusammensetzung gemeint.

**) Zeitschr. f. physik. Chem. 1893, **12**, 657.

chlorids, sowie des Kalium- und Ammoniumsulfats. Während die beiden letzteren Salze, wie es scheint, sich in allen Verhältnissen mischen, ist dieses bei den ersteren nicht der Fall; Mischkrystalle sind nicht mehr möglich, wenn der Gehalt an Kaliumsalz höher als 27,77 %, niedriger als 54,87 % ist.

Es schien uns nun wichtig, diese Beispiele um einige zu vermehren und möchten wir die bis jetzt erhaltenen Resultate kurz mittheilen.

## 1. Monokaliumphosphat und Monokaliumarseniat.

Um mit der gesättigten Lösung im Gleichgewicht befindliche Mischkrystalle dieses Salzpaares zu erhalten, wurde folgendermassen verfahren: Zunächst wurden in der Kälte gesättigte Lösungen der reinen Salze hergestellt und diese in verschiedenen Verhältnissen vermischt; im Ganzen sind neun Mischlösungen von verschiedenem Gehalte untersucht worden. Es wurden immer 100 ccm verwendet; die erste Mischung bestand aus 10 ccm $KH_2AsO_4$-Lösung und 90 ccm $KH_2PO_4$-Lösung, die zweite aus 20 ccm $KH_2AsO_4$- und 80 ccm $KH_2PO_4$-Lösung u. s. w. Zu den so erhaltenen neun Mischlösungen wurden nun Gemische der beiden Salze in fester Form zugefügt und zwar immer je 10 g; für die erste Lösung wurde 1 g $KH_2AsO_4$ und 9 g $KH_2PO_4$, für die zweite 2 g des ersteren und 8 g des letzteren Körpers angewendet u. s. w. Sodann wurden die Flüssigkeiten zum Sieden erhitzt und auf diese Weise die hinzugefügten Salzmengen aufgelöst; man liess sie dann in einem Kellerraume, dessen Temperatur sehr constant war (dieselbe schwankte während der ganzen Dauer der Versuche zwischen 6°,8 und 7°,2), abkühlen. Da die zu untersuchenden Salze grosse Neigung haben, übersättigte Lösungen zu bilden, so schieden sich beim Abkühlen niemals Krystalle aus; das Entstehen einer Krystallisation wurde in der Weise bewirkt, dass ein dünner Glasstab in die Flüssigkeit eingetaucht, die daran hängengebliebene Lösung durch Eindunsten zum Krystallisiren gebracht und von dieser Krystallisation ein kleines Partikelchen in die übersättigte Lösung hineingeworfen wurde. Dann wurde längere Zeit heftig geschüttelt; die Mischkrystalle scheiden sich so in Form eines ganz feinen Krystallpulvers aus. Dieses Krystallmehl liess man noch längere Zeit, mindestens vier Tage, mit der Flüssigkeit in Berührung, und schüttelte häufig um, um ein vollständiges Gleichgewicht zwischen Lösung und Krystallen zu erzielen.

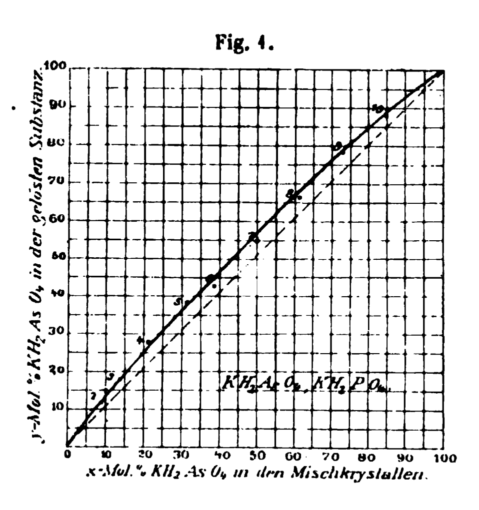
Die Untersuchung von Lösung und Krystallen wurde in ähnlicher Weise ausgeführt, wie dies weiter unten für Mischungen von $KClO_4$ und $KMnO_4$ näher beschrieben wird; die Analysen wurden in der Weise ausgeführt, dass aus der sehr stark salzsauren Lösung das Arsen mit Schwefelwasserstoff ausgefällt und auf gewogenen Filtern als $As_2S_5$ gewogen wurde.

Tabelle 1.

| Nummer des Versuches | Spec. Gew. der Lösung | Ein Liter Lösung enthält: Gramme $KH_2PO_4$ | Gramme $KH_2AsO_4$ | Milligramm-Moleküle $KH_2PO_4$ $c_1$ | Milligramm-Moleküle $KH_2AsO_4$ $c_2$ | $c_1 + c_2$ | $y = 100 \frac{c_2}{c_1 + c_2}$ | Die Mischkrystalle enthalten: Gewichtsprocente $KH_2PO_4$ | Gewichtsprocente $KH_2AsO_4$ | Molekularprocente $KH_2PO_4$ | Molekularprocente $KH_2AsO$ $x$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,1634 | 249,86 | — | 1834,9 | — | 1834,9 | 0 | 100 | — | 100 | — |
| 2 | 1,1720 | 220,02 | 37,60 | 1615,4 | 208,7 | 1824,1 | 12,01 | 88,81 | 11,19 | 91,30 | 8,70 |
| 3 | 1,1773 | 204,83 | 59,84 | 1504,3 | 332,1 | 1836,4 | 18,09 | 81,58 | 18,42 | 85,42 | 14,58 |
| 4 | 1,1848 | 181,08 | 92,10 | 1329,8 | 511,3 | 1841,1 | 27,77 | 72,92 | 27,08 | 78,32 | 21,68 |
| 5 | 1,1903 | 160,24 | 120,80 | 1176,8 | 670,6 | 1847,4 | 36,30 | 63,54 | 36,46 | 69,74 | 30,26 |
| 6 | 1,1971 | 137,61 | 151,39 | 1010,6 | 840,4 | 1851,0 | 42,41 | 53,51 | 46,49 | 60,36 | 39,64 |
| 7 | 1,2004 | 111,86 | 179,74 | 815,6 | 997,8 | 1813,4 | 55,02 | 43,04 | 56,96 | 49,99 | 50,01 |
| 8 | 1,1999 | 80,89 | 205,65 | 594,7 | 1141,6 | 1736,3 | 65,75 | 32,25 | 67,75 | 38,64 | 61,36 |
| 9 | 1,2000 | 51,09 | 234,05 | 375,2 | 1299,3 | 1674,5 | 77,59 | 22,37 | 77,63 | 27,60 | 72,40 |
| 10 | 1,2009 | 29,17 | 256,20 | 214,2 | 1425,5 | 1639,7 | 86,94 | 11,81 | 88,19 | 15,05 | 84,95 |
| 11 | 1,1955 | — | 282,37 | — | 1567,5 | 1567,5 | 100 | — | 100 | — | 100 |

Die Resultate der Untersuchungen sind in Tabelle 1 wiedergegeben; Nr. 1 bezieht sich auf eine Lösung von reinem $KH_2PO_4$, Nr. 11 auf eine solche von reinem $KH_2AsO_4$. Fig. 1 zeigt die Resultate in graphischer Darstellung; als Ordinaten sind die Molekularprocente an Arseniat in der Lösung, als Abscissen der Gehalt an $KH_2AsO_4$ in den Mischkrystallen eingetragen. Wie man sieht, verläuft die Curve durchaus regelmässig und zwar so, dass für alle Punkte derselben $y > x$ ist; daraus folgt, dass in einer bei 7° C. gesättigten Lösung von $KH_2PO_4$ der osmotische Druck am kleinsten, in einer solchen von $KH_2AsO_4$ am grössten ist und dass derselbe in Mischlösungen mit zunehmendem Gehalte an $KH_2AsO_4$ stetig zunimmt. Wir haben hier also den in der Zusammenstellung von Roozeboom als Fall 1 bezeichneten realisirt (siehe diese Zeitschr. **22**, 606).

Fig. 1.




Es geht aus den gewonnenen Resultaten hervor, dass, wenn man eine beide Körper enthaltende Lösung eindampft und dann durch Abkühlung auf 7° Krystalle erzeugt, die erstere an Arseniat, die letztere dagegen an Phosphat sich anreichern werden, da bei der Krystallabscheidung die Zusammensetzung der Lösung sich immer nach demjenigen Punkte hin bewegt, der dem Maximum des osmotischen Druckes entspricht. Krystallisirt man ein Gemisch der Salze wiederholt um und verfährt dabei, wie dies gewöhnlich geschieht, in der Weise, dass man eine heissgesättigte Lösung des Salzgemisches herstellt, diese abkühlt, die gewonnenen Krystalle in derselben Weise behandelt und so fortfährt, so kommt man schliesslich zum reinen Kaliumphosphat.

Mischkrystalle, welche zu goniometrischen und optischen Untersuchungen dienen sollen, wurden bis jetzt meist in der Weise dargestellt, dass man eine kaltgesättigte Lösung des Salzgemisches langsam bei gewöhnlicher Temperatur eindunsten liess. Es geht nun aus dem oben Gesagten hervor, dass einheitliche Mischkrystalle auf diesem Wege nicht erhalten werden können, sondern dass in unserem Falle Schichtkrystalle entstehen müssen, die im Inneren an Phosphat, in den äusseren Schichten an Arseniat reicher sind. Allerdings wird der Unterschied nicht sehr bedeutend sein, da die Curve in der Nähe der Diagonale verläuft, die Löslichkeit der beiden Salze sehr ähnlich ist; wir werden jedoch sogleich einen Fall kennen lernen, bei

dem kleinen Unterschieden in der Zusammensetzung der Lösung sehr grosse Differenzen in der Zusammensetzung der Krystalle entsprechen.

## 2. Kaliumperchlorat und Kaliumpermanganat.

Es hat uns viele Mühe gekostet, den Verlauf der Löslichkeitscurve der Mischkrystalle dieses Salzpaares genau festzustellen; wir haben nicht weniger als 24 Fälle untersuchen müssen. Um mit der gesättigten Lösung im Gleichgewicht befindliche Mischkrystalle zu erhalten, wurde ähnlich verfahren, wie es oben beim Kaliumphosphat und Kaliumarseniat eingehend beschrieben worden ist; doch liessen wir die heissgesättigten Lösungen nicht langsam abkühlen, sondern kühlten sie unter heftigem Umschütteln möglichst schnell auf die Kellertemperatur, 7° C. ab; das ausgeschiedene Krystallmehl liessen wir, um sichere Einstellung des Gleichgewichtes zu erzielen, etwa acht Tage mit der darüber stehenden Lösung in Berührung und schüttelten während dieser Zeit häufig um.

Der analytische Theil der Arbeiten und die Berechnungen gestalteten sich folgendermassen. Die Mischkrystalle wurden, nachdem Gleichgewicht sich eingestellt hatte, aus der Mischflüssigkeit herausgenommen, von der Mutterlauge auf's sorgfältigste befreit und getrocknet. Das Kaliumpermanganat wurde sodann auf die gewöhnliche Weise mit Thiosulfat titrirt*) und so der Procentgehalt der Mischkrystalle an $KMnO_4$ gefunden. Die Gewichtsprocente wurden in Molekularprocente umgerechnet und diese mit $x$ bezeichnet. Mit der Mischlösung wurde folgendermassen verfahren. Nachdem im Pyknometer das specifische Gewicht derselben ermittelt war, wurde der Inhalt des Pyknometers in eine Platinschale gegeben und gewogen. Natürlich wurde die Trennung der Mischkrystalle von der Mischlösung und die Bestimmung des specifischen Gewichtes letzterer im Keller vorgenommen bei der gleichen Temperatur, bei welcher sich die Krystalle ausgeschieden hatten. Die Platinschale mit dem Inhalte des Pyknometers wurde ebenfalls noch im Keller gewogen, sodann letzterer auf dem Wasserbade zur Trockne verdampft. Nach einstündigem Stehenlassen im Trockenschranke bei 100° wurde dann das Gewicht des Verdampfungsrückstandes festgestellt und da sich aus dem Gewichte der in der Platinschale enthaltenen Mischlösung ihr Volumen leicht ergiebt, so wurde der Gehalt eines Liters Mischlösung an fester Substanz durch Rechnung gefunden. Die Titration des festen Rückstandes mit Thiosulfatlösung ergab dann den Gehalt an Kaliumpermanganat und Kaliumperchlorat, die weitere Rechnung die Milligramm-Moleküle Permanganat und Perchlorat im Liter, wovon erstere, also die des leichter löslichen

*) Durch Eintragen einer gewogenen Menge in angesäuerte Jodkaliumlösung und Bestimmung des freigewordenen Jodes.

**Tabelle 2.**

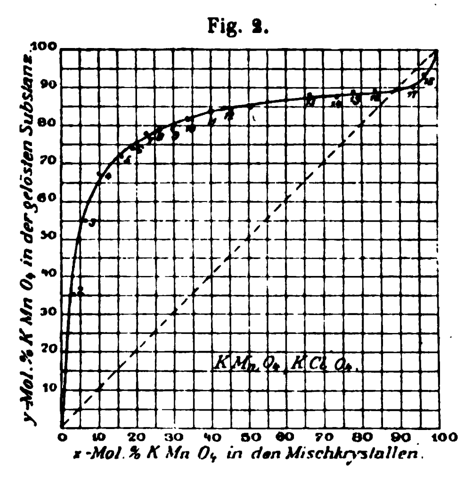
| Nummer des Versuches | Spec. Gew. der Lösung | Ein Liter Lösung enthält: Gramm $KMnO_4$ | Gramm $KClO_4$ | Milligramm-Moleküle $[c_2]$ $KMnO_4$ | Milligramm-Moleküle $[c_1]$ $KClO_4$ | $c_1 + c_2$ | $y = 100 \frac{c_2}{c_1 + c_2}$ | Die Mischkrystalle enthalten: Gewichtsprocente $KMnO_4$ | Gewichtsprocente $KClO_4$ | Molekularprocente $KMnO_4$ $[x]$ | Molekularprocente $KClO_4$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 1,0055 | — | 8,8550 | — | 63,910 | 63,91 | 0 | — | 100 | — | 100 |
| 2 | 1,0079 | 4,6479 | 7,5504 | 29,375 | 54,478 | 83,85 | 35,032 | 3,227 | 96,778 | 2,838 | 97,162 |
| 3 | 1,0102 | 8,8942 | 6,3998 | 56,212 | 46,178 | 102,39 | 54,900 | 6,644 | 93,356 | 5,868 | 94,132 |
| 4 | 1,0114 | 10,716 | 5,924 | 67,726 | 42,745 | 110,47 | 67,408 | 11,011 | 88,898 | 9,778 | 90,222 |
| * | 1,0121 | 12,506 | 5,486 | 79,042 | 39,585 | 118,63 | 66,631 | 12,175 | 87,825 | 10,808 | 89,192 |
| 5 | 1,0142 | 15,792 | 5,353 | 99,807 | 38,625 | 138,43 | 72,098 | 17,822 | 82,178 | 15,962 | 84,038 |
| 6 | 1,0148 | 17,111 | 5,259 | 108,14 | 37,950 | 146,09 | 74,024 | 18,458 | 81,517 | 19,276 | 80,724 |
| 7 | 1,0163 | 19,341 | 4,766 | 122,24 | 34,39 | 156,63 | 78,041 | 26,030 | 73,970 | 23,560 | 76,439 |
| * | 1,0163 | 18,862 | 5,392 | 119,21 | 38,91 | 158,12 | 75,391 | 23,080 | 76,920 | 24,276 | 75,724 |
| 8 | 1,0167 | 20,265 | 4,680 | 128,08 | 33,77 | 161,85 | 79,134 | 29,050 | 70,950 | 26,396 | 73,604 |
| 9 | 1,0178 | 21,415 | 4,854 | 135,34 | 35,03 | 170,37 | 79,442 | 33,844 | 66,156 | 30,944 | 69,056 |
| 10 | 1,0185 | 22,858 | 4,189 | 144,46 | 33,14 | 177,60 | 81,342 | 37,361 | 62,639 | 34,315 | 65,685 |
| 11 | 1,0201 | 25,185 | 4,317 | 159,17 | 31,15 | 190,32 | 83,634 | 43,342 | 56,658 | 40,120 | 59,879 |
| 12 | 1,0208 | 26,551 | 4,092 | 167,81 | 29,53 | 197,34 | 85,034 | 47,713 | 52,287 | 44,422 | 55,578 |
| * | 1,0215 | 28,422 | 3,348 | 179,62 | 24,16 | 203,78 | 88,146 | 67,669 | 32,331 | 64,705 | 35,295 |
| 13 | 1,0220 | 28,969 | 3,494 | 183,09 | 25,19 | 208,28 | 87,905 | 70,177 | 29,823 | 67,331 | 32,669 |
| 14 | 1,0236 | 30,900 | 3,808 | 195,29 | 27,47 | 222,76 | 87,667 | 70,175 | 22,825 | 74,757 | 25,248 |
| 15 | 1,0238 | 31,406 | 3,307 | 198,49 | 23,86 | 222,35 | 89,268 | 78,293 | 21,707 | 75,957 | 24,043 |
| * | 1,0235 | 31,301 | 2,797 | 197,82 | 20,16 | 217,98 | 90,753 | 80,139 | 19,861 | 77,946 | 22,054 |
| 16 | 1,0240 | 31,891 | 2,948 | 204,55 | 21,27 | 222,82 | 90,456 | 86,128 | 13,872 | 84,469 | 15,543 |
| * | 1,0244 | 31,724 | 3,582 | 200,50 | 25,85 | 226,35 | 88,579 | 86,885 | 13,147 | 85,266 | 14,734 |
| 17 | 1,0266 | 36,985 | 3,917 | 233,75 | 28,26 | 262,01 | 89,214 | 95,036 | 4,964 | 94,372 | 5,628 |
| 18 | 1,0283 | 40,844 | 1,971 | 258,14 | 14,22 | 272,36 | 94,779 | 96,908 | 3,097 | 96,480 | 3,520 |
| 19 | 1,0271 | 41,814 | — | 264,27 | — | 264,27 | 100,000 | 100,000 | 0,000 | 100,000 | 0,000 |

Die mit einem * bezeichneten Reihen wurden durch Versuche erhalten, bei denen die Temperatur etwa 9⁰—11⁰ betrug, also ungefähr 2⁰—4⁰ höher war, als bei den anderen Versuchen. Bei der Feststellung der Curve in Fig. 2 sind diese Versuche nicht berücksichtigt worden.

Bestandtheiles, mit $c_2$, letztere mit $c_1$ bezeichnet wurden, sowie den Werth von $y$, also die Molekularprocente $KMnO_4$ in der gelösten Substanz.

Die Resultate der Untersuchung enthält Tabelle 2; in Fig. 2 ist wieder eine graphische Darstellung der Zusammensetzung der Lösungen als Function der Zusammensetzung der Mischkrystalle gegeben. Die Curve nimmt, wie man sieht, einen eigenthümlichen Verlauf. Im Anfange steigt dieselbe rasch an; grossen Differenzen in der Zusammensetzung der Lösung entsprechen kleine Unterschiede in der Zusammensetzung der Krystalle, welche letztere sehr viel Perchlorat enthalten; mit einer 65 Mol.-% $KClO_4$ enthaltenden Lösung sind z. B. Mischkrystalle mit ca. 97 Mol.-% $KClO_4$ im Gleichgewicht; verringert sich der Gehalt der Lösung auf 45 % $KClO_4$, also um $\frac{1}{3}$, so vermindert sich der Gehalt in den Krystallen um nur 3 %. Dann biegt die Curve um und verläuft eine Strecke weit sanft ansteigend, nahezu horizontal. In diesem Theile der Curve entsprechen kleinen Differenzen der $y$-Werthe grosse Unterschiede der $x$-Werthe; die Zusammensetzung der Lösung braucht sich nur wenig zu ändern, um eine sehr grosse Aenderung in der Zusammensetzung der Krystalle hervorzurufen. Versucht man durch langsames Verdampfen einer diesem Theile der Curve angehörigen kaltgesättigten Lösung Mischkrystalle herzustellen, so werden dieselben im Inneren einen viel grösseren Gehalt an $KClO_4$ haben, als in den äusseren Schichten.

Fig. 2.




Wenn der Gehalt der Lösung an Permanganat etwa 88 % erreicht hat, so kommen wir an einen Punkt, an welchem die Löslichkeitscurve die durch das Quadrat gezogene Diagonale schneidet. Aus den Entwickelungen von Roozeboom (a. a. O.) geht hervor, dass die Mischlösung an diesem Punkte das Maximum des osmotischen Druckes erreicht hat; es ist an diesem Punkte die Zusammensetzung der gelösten Substanz gleich geworden der Zusammensetzung der Mischkrystalle. Eine Lösung unserer beiden Salze, die auf 88 Mol.-% $KMnO_4$ 12 Mol.-% $KClO_4$ enthält, verändert bei der Ausscheidung von Krystallen ihre Zusammensetzung nicht; ein Gemisch der beiden Salze, das sie in obigem Verhältnisse enthält, kann durch Umkrystallisiren nicht zerlegt werden; die Lösung verhält sich wie die Lösung eines einfachen Körpers. Wächst der Gehalt der Lösung an $KMnO_4$ über 88 % hinaus, so wird, wie aus der Curve ersichtlich, $y < x$; auf diesem

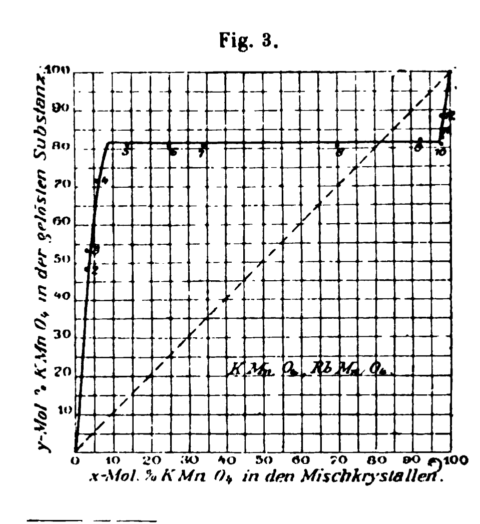
letzten kleinen Theile der Curve wird sich beim Umkrystallisiren der ausgeschiedene Theil der Substanz nach dem reinem $KMnO_4$, die Lösung nach dem Schnittpunkte der Curve mit der Diagonale hin bewegen, um, wenn wie sie an diesem Punkte angelangt ist, ihre Zusammensetzung nicht mehr zu ändern.

Auffallend ist es, dass die beiden Salze trotz ihrer sehr verschiedenen Löslichkeit*) in allen Verhältnissen zu Mischkrystallen zusammentreten können. Der Grund dafür liegt vielleicht in der grossen Aehnlichkeit der Form der Krystallbausteine. Der Eine von uns hat diesen Umstand in einer früheren Arbeit besprochen (diese Zeitschr. 1893, 22, 543). Dasselbe ist beim $KH_2PO_4$ und $KH_2AsO_4$ der Fall und wir glauben nicht fehl zu gehen, wenn wir auf Grund der allerdings bis jetzt nur in geringer Zahl gemachten Erfahrungen den Satz aussprechen, dass zwei Körper um so mehr Neigung besitzen, zu Mischkrystallen zusammenzutreten, je ähnlicher die Form der Krystallbausteine ist.

### 3. Kaliumpermanganat und Rubidiumpermanganat.

Mischlösungen und die dazu gehörigen Mischkrystalle dieser beiden Salze wurden in derselben Weise gewonnen, wie dies oben beim $KClO_4$ und $KMnO_4$ beschrieben worden ist; die Analyse der Salzgemische wurde folgendermassen ausgeführt: Zunächst ermittelten wir durch Eintragen einer abgewogenen Menge des Salzgemisches in Jodkaliumlösung und Titriren des augeschiedenen Jodes den Gehalt an $Mn_2O_7$ und berechneten daraus nach bekannter Methode den Gehalt an Rubidium- und Kaliumsalz. Um Fehler zu vermeiden, wurde auf die Einstellung des Titers der Hyposulfitlösung grosse Sorgfalt verwendet; wir verwendeten dazu reines Kaliumpermanganat. Auch haben wir uns vor Ausführung der Versuche überzeugt, dass beim Eindampfen einer neutralen Permanganatlösung eine merkliche Zersetzung nicht eintritt; es war bei diesen Versuchen besondere Vorsicht nothwendig, da ein kleiner Fehler bei der Bestimmung des $Mn_2O_7$-Gehaltes bekanntlich sehr grosse Fehler bei der Berechnung des $RbMnO_4$-Gehaltes zur Folge hat.

Fig. 3.




*) Ein Liter bei 7° gesättigter $KClO_4$-Lösung enthält 8,855 g, ein Liter $KMnO_4$-Lösung 41,814 g Salz.

Tabelle 3.

| Nummer des Versuches | Spec. Gew. der Lösung | Ein Liter Lösung enthält: Gramme | | Milligramm-Moleküle | | $c_1 + c_2$ | $y = 100 \frac{c_2}{c_1 + c_2}$ | Die Mischkrystalle enthalten: Gewichtsprocente | | Molekularprocente | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | $KMnO_4$ | $RbMnO_4$ | $[c_2]$ $KMnO_4$ | $[c_1]$ $RbMnO_4$ | | | $KMnO_4$ | $RbMnO_4$ | $KMnO_4$ $[x]$ | $RbMnO_4$ |
| 1 | 1,0044 | — | 6,0294 | — | 48,007 | 48,007 | 0 | 0,000 | 100,00 | 0 | 100,00 |
| 2 | 1,0056 | *) | — | — | — | — | 49,053 | — | — | 3,404 | — |
| 3 | 1,0060 | 4,2782 | 4,6399 | 27,038 | 22,694 | 49,729 | 54,372 | 2,728 | 97,272 | 3,498 | 96,502 |
| 4 | 1,0080 | 7,9280 | 4,0050 | 50,406 | 19,587 | 69,639 | 74,896 | 4,625 | 95,375 | 5,897 | 94,103 |
| 5 | 1,0110 | 12,507 | 3,717 | 79,046 | 18,178 | 97,224 | 81,301 | 10,979 | 89,021 | 13,747 | 86,253 |
| 6 | 1,0135 | 15,219 | 4,666 | 96,483 | 22,819 | 119,002 | 80,824 | 20,790 | 79,210 | 25,328 | 74,672 |
| 7 | 1,0175 | 19,027 | 6,398 | 120,26 | 31,29 | 151,55 | 79,350 | 28,767 | 71,233 | 34,293 | 65,707 |
| 8 | 1,0230 | 26,226 | 8,366 | 165,75 | 40,91 | 206,66 | 80,205 | 64,574 | 35,426 | 70,199 | 29,801 |
| * | 1,0257 | 29,795 | 7,970 | 188,30 | 38,98 | 227,28 | 82,852 | 65,941 | 34,059 | 71,446 | 28,554 |
| * | 1,0236 | 27,207 | 8,518 | 171,96 | 41,66 | 213,62 | 80,500 | 69,861 | 30,139 | 74,973 | 25,027 |
| 9 | 1,0268 | 31,386 | 8,443 | 198,36 | 41,29 | 239,65 | 82,772 | 90,514 | 9,486 | 92,499 | 7,501 |
| 10 | 1,0284 | 32,431 | 9,275 | 204,97 | 45,36 | 250,33 | 81,800 | 99,264 | 0,736 | 99,406 | 0,594 |
| * | 1,0281 | 32,556 | 8,690 | 205,76 | 42,49 | 248,26 | 82,881 | 99,311 | 0,689 | 99,466 | 0,534 |
| 11 | 1,0271 | 32,814 | 8,477 | 207,39 | 41,46 | 248,85 | 83,339 | 99,178 | 0,822 | 99,363 | 0,637 |
| 12 | 1,0271 | 35,619 | 5,314 | 225,12 | 25,99 | 251,11 | 89,649 | 99,152 | 0,848 | 99,324 | 0,676 |
| 13 | 0,0271 | 44,814 | 0 | 264,27 | 0,00 | 264,27 | 100,000 | 100,00 | — | 100,00 | 0,000 |

*) Durch einen unglücklichen Zufall ist leider das Zahlenmaterial der ersten Columnen für Punkt 2 bis auf die Werthe von $x$ und $y$ verloren gegangen.

Die Resultate der Untersuchung enthält Tabelle 3 und Fig. 3. Wie man sieht, sind von diesen beiden Salzen Mischkrystalle nur in sehr beschränkten Verhältnissen möglich; Rubidiumpermanganat vermag nicht mehr als höchstens 8 % Kaliumsalz, Kaliumpermanganat sogar nur etwa 1 % Rubidiumsalz aufzunehmen. Es ist dies ein ähnlicher Fall, wie ihn Roozeboom beim Kaliumchlorat und beim Thalliumchlorat beobachtet hat und alles, was dieser Forscher für die beiden genannten Körper in Bezug auf Umkrystallisiren etc. ausführt, gilt auch für den vorliegenden Fall. Eine Lösung, die auf 82 Mol.-% $KMnO_4$ 18 Mol.-% $RbMnO_4$ enthält, zeigt ein Maximum des osmotischen Druckes; es wird sich beim Verdunsten einer solchen Lösung bei der Versuchstemperatur ein Gemisch von Mischkrystallen abscheiden, dessen Zusammensetzung gleich ist der Zusammensetzung der in Lösung befindlichen Substanz; beim Eindunsten anders zusammengesetzter Lösungen wird sich die Zusammensetzung der Lösung immer nach der Richtung hin bewegen, wo die Curve in eine gerade Linie übergeht, während sich die Zusammensetzung der abgeschiedenen Mischkrystalle den reinen Salzen nähert.

Auf einen Punkt, der uns von Interesse zu sein scheint, möchten wir am Schlusse noch kurz hinweisen. Thalliumchlorat hat ein grösseres Aequivalentvolum als Kaliumchlorat, Rubidiumpermanganat ein grösseres als das Kaliumsalz. Es stellt sich also in den beiden Fällen die Thatsache heraus, dass der Körper mit grösserem Aequivalentvolum eine verhältnissmässig grosse Menge von der anderen Substanz, deren Krystallbausteine einen kleineren Raum einnehmen, in isomorpher Mischung aufnehmen kann, während sich umgekehrt den Krystallen mit kleinerem Aequivalentvolum nur minimale Mengen des anderen Salzes beimischen. Ob dieser Satz auch für andere ähnliche Salzpaare Gültigkeit hat, müssen spätere Beobachtungen zeigen; wir setzen unsere Arbeit fort und haben zunächst eine eingehende Untersuchung von isomorphen Mischungen der regulären krystallisirenden Nitrate von Blei, Baryum und Strontium begonnen, deren Resultate in einer späteren Abhandlung mitgetheilt werden sollen.

# XXVI. Ueber eine krystallochemische Theorie der Silicate.

Von

F. J. Wiik in Helsingfors.

(Hierzu Tafel V und 16 Textfiguren.)

---

In einer Abhandlung (Utkast till ett kristallokemiskt mineralsystem, I. Silikaterna; Acta Soc. Sc. Fenn. **19**, No. 14, 221 pagg. 4⁰) habe ich eine Theorie über das Verhältniss zwischen den chemischen und krystallographischen Eigenschaften der Silicate dargestellt. Da diese Theorie, wie es mir scheint, einige streitige Fragen der mineralogischen Wissenschaft, unter anderen die optischen Anomalien, erklärt und weiter verfolgt zu werden verdient, gebe ich in dem Folgenden einen Auszug der obengenannten Abhandlung, und zwar zuerst des krystallographischen Theiles, darnach des chemischen und zuletzt die Darlegung der eigentlichen krystallochemischen Theorie.

## I.

In dieser Zeitschr. **8**, 205 habe ich einige Varietäten des Anorthites von finnischen Fundorten angeführt, welche sich durch einen eigenthümlichen hemimorphen Habitus auszeichnen. Da indessen eine Hemimorphie in dem triklinen Systeme nicht vorkommen kann, aber wohl eine Hemiëdrie (die 32. Abtheilung der von A. Gadolin aufgestellten Eintheilung der Krystallsysteme, Acta Soc. Sc. Fenn. 9), und da jene Anorthitkrystalle vollkommen den Charakter dieser Abtheilung zeigen, indem sie Flächen ohne Gegenflächen, also kein Centrum der Symmetrie haben, so bin ich jetzt überzeugt, dass in der That Anorthit hemiëdrisch-triklinisch krystallisirt, obgleich er gewöhnlich scheinbar holoëdrisch auftritt, wie es ja mit mehreren anderen hemiëdrischen und tetartoëdrischen Mineralien der Fall ist. Die Ursache, dass die genannten Anorthite, besonders der sogenannte Lindsayit von Orijärvi und der Anorthoit von Sillböle, die hemiëdrische Ausbildung zeigen, ist wahrscheinlich darin zu suchen, dass sie in einge-

wachsenen und vollständig isolirten Krystallen vorkommen, während dagegen der Anorthit von den meisten übrigen Fundorten in aufgewachsenen Krystallen auftritt und übrigens selten deutlich ausgebildet ist. Dasselbe Verhältniss zeigt auch der Skapolith, dessen eingewachsene Krystalle von Pargas die pyramidale Hemiëdrie zeigen, während die aufgewachsenen Krystalle von Laurinkaari scheinbar holoëdrisch sind. Die Lindsayitkrystalle sind gewöhnlich nach der Hauptaxe verlängert (l. c. Fig. 2 und 3), während die Anorthoitkrystalle, von welchen ich bisher nur zwei, aber ganz ähnliche Exemplare gefunden habe, nach der Brachydiagonale ($a$-Axe) ausgezogen (l. c. Fig. 1), aber nur am einen Ende deutlich ausgebildet sind.

In Fig. 1 und 2 der beigefügten Tafel V habe ich diese zwei hemiëdrischen Anorthitformen (Fig. 1 Lindsayittypus, Fig. 2 Anorthoittypus), mit den Hauptflächen: (110), ($\bar{1}$10), (0$\bar{1}$0), (010), (001), (00$\bar{1}$) so gezeichnet, dass die relative Länge der Kanten dem Axenverhältnisse des Anorthites entspricht, und dass die Anorthoitform (Fig. 2) durch (021) resp. (0$\bar{2}$1) in kleinere hemiëdrische Partialformen getheilt wird. Wenn man nun auf die zwei Primitivformen des Anorthites die gewöhnlichen Zwillingsgesetze des Plagioklases anwendet, nämlich für Typus 1 (Lindsayitform) dasjenige mit den Zwillingsflächen in der Zone der Hauptaxe [(110) und (010)], für Typus 2 das Bavenoer und Manebacher Gesetz, so kommt man zu Zwillingscomplexen, welche nicht nur in Hinsicht ihrer allgemeinen Form, sondern auch den Winkeln nach sich den Grundformen der allgemeiner vorkommenden Silicate nähern, mehr oder weniger, je nach der grösseren oder kleineren chemischen Aehnlichkeit zwischen diesen Mineralien und dem Anorthit. Diese Vergleichungen, welche ich durch Modelle anschaulich zu machen versucht habe, führten mich zu der Ansicht, dass die Grundformen oder richtiger die Grundmoleküle dieser Silicate so zusammengesetzt sind, wie die genannten, ihnen entsprechenden Zwillings- und Drillingscomplexe des Plagioklases, eine Ansicht, welche sich der von Mallard aufgestellten Theorie der anomalischen Krystalle anschliesst. Auch den von Beckenkamp (Zur Symmetrie der Krystalle, diese Zeitschr. **17** und **19**) ausgesprochenen Sätzen schliesst sie sich an, indem sie zu dem Schlusse führt, dass die höher symmetrischen, holoëdrischen und holomorphen Krystalle aus weniger symmetrischen und hemimorphen Theilen, zwillingsartig miteinander verbunden, bestehen.

Ich habe diese Ansicht durch Abbildungen der Grundformen einiger Silicate, in der angeführten Weise getheilt, deutlich zu machen versucht. So stellt Fig. 3 die halbe oder quasi-hemimorphe Grundform des Albites vor, in zwei Zwillingshälften getheilt und von $\infty P$, $0P$ und $+\bar{P}\infty$ begrenzt; Fig. 4 die aus zwei hemimorphen Partialformen bestehende holomorphe Grundform (des Natrolithes), jede aus vier Theilen bestehend und einem

Bavenoer Vierlingscomplexe der Anorthoitform entsprechend, jedoch mit der Fläche (100) an Stelle der Fläche (110); Fig. 5 eine hemimorphe tetragonale Grundform (von Idokras), einem Achtlingscomplex der Anorthoitform (Fig. 2) entsprechend; Fig. 6 zwei hemimorphe rhomboëdrische Formencomplexe, jeder einem Drillingscomplexe der Lindsayitform (Fig. 1), mit den Brachypinakoid- und Prismenflächen als Zwillingsebenen, entsprechend.

Wenn nun die einzelnen Partialformen oder Partialmoleküle zu einem homogenen Ganzen vereinigt sind, wie man es für einige anomale Silicate bei höherer Temperatur anzunehmen hat, so befindet sich der Krystall in normalem Zustande; tritt aber, gewöhnlich bei Abnahme der Temperatur, eine Sonderung der einzelnen Theile ein, durch eine im Allgemeinen geringe Veränderung in der gegenseitigen Lage ihrer Flächen, so zeigt der Krystall die anomalen krystallographischen und optischen Erscheinungen. Dieses kann nur durch eine nähere Betrachtung der inneren Molekularconstitution deutlich werden. Doch ist es zuerst nöthig, die Krystallformen im Grossen und Ganzen zu betrachten, und dabei von den Feldspathformen auszugehen.

Die Feldspathformen haben drei Hauptzonen: die prismatische oder $c$-Zone, die klino- resp. brachydiagonale $a$-Zone und die ortho- resp. makrodiagonale $b$-Zone. Diese Zonen können auch als resp. hexagonale, tetragonale und rhombische Zonen bezeichnet werden, weil die nach diesen Zonen verlängerten Krystalle, besonders ihre Zwillingscomplexe, hexagonalen, tetragonalen oder rhombischen Formen ähnlich sind. In Uebereinstimmung hiermit kann man die Silicate in drei Abtheilungen theilen je nach ihrer Aehnlichkeit in einer Hauptzone mit einer der drei Zonen des Feldspathes.

Von den Silicaten der ersten Zone oder denjenigen, deren Prismenzone in Winkeln und Ausbildung (Flächenfolge) Aehnlichkeit mit der des Feldspathes zeigt, wollen wir hier die Grundformen des Cordierits, Turmalins, Nephelins und der Glimmerarten etwas näher betrachten. Zu der Grundform des Cordierits kommt man von der des Albits (Fig. 3) und der damit analogen des Orthoklases, wenn man den vorderen Theil dieser mit einem gleichen zwillingsartig vereinigt denkt. Die gegen einander stehenden basischen Flächen der zwei Partialformen des Orthoklases bilden nämlich mit einander einen Winkel (52° 6′), welcher sich dem Winkel (102):(10$\bar{2}$) = 50° 52′ des Cordierits nähert, d. h. dem Polkantenwinkel des Makrodomas $\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, welches als eine Hauptform für die dem genannten Formencomplexe des Orthoklases entsprechende hemimorphe Grundform des Cordierits betrachtet werden kann.

Die Grundformen des Turmalins und Nephelins können mit einem hemimorphen Drillingscomplexe des Anorthits resp. Albits verglichen werden, welcher dem halben Formencomplexe Fig. 6 entspricht. Je nachdem

man die hemimorphen Drillingscomplexe des Plagioklases aus drei einfachen triklinen Individuen oder drei Albitzwillingen, also aus sechs einfachen, hemiëdrisch-triklinen Partialformen bestehend denkt, kommt man zu einem pseudotetartoëdrischen oder einem pseudohemiëdrischen hexagonalen Formencomplex mit verschiedenen Winkeln zwischen den basischen Flächen der mit den Prismenflächen einander berührenden Partialformen (44° 47′, 48° 20′, 41° 20′), welche Winkel sich den entsprechenden Grundrhomboëderwinkeln des Turmalins (= 46° 57′— 45° 53′ nach Brooke) und des Nephelins (= 40° 43′) nähern. Man erhält hierdurch auch eine Erklärung über die am Turmalin und Nephelin nachgewiesene Tetartoëdrie resp. Hemiëdrie nebst Hemimorphie, und ihre asymmetrischen Aetzfiguren, und weiter über die trigonalen Prismen des hemimorphen Turmalins. Wenn man nämlich den in Fig. 6 dargestellten hexagonalen Formencomplex oder den entsprechenden Zwillingscomplex des Anorthits in seine zwei hemimorphen Partialformen theilt, so werden die Prismenkanten, welche an der holomorphen Form gleich sind, verschieden, je nachdem sie den makropinakoidalen oder den brachyprismatischen Flächen des Plagioklascomplexes entsprechen; und die diesen Kanten und Flächen entsprechenden Proto- und Diprismen des hemimorphen Turmalins müssen also ebenfalls in zwei Hälften zerfallen. Auch die von mehreren Forschern (Breithaupt, Des Cloizeaux, Jensch, Mallard u. a.) gefundene Theilung des Turmalinrhomboëders in drei optisch zweiaxige Theile erhält hierdurch ihre Erklärung.

Im Allgemeinen kann man, wie ich in der Einleitung meiner oben citirten Abhandlung gezeigt habe, auf eine analoge Weise die von Gadolin u. a. aufgestellten Abtheilungen der Krystallformen erklären, indem man sich die Grundformen resp. Grundmoleküle als zusammengesetzt aus weniger symmetrischen Partialformen in molekularer Zwillingsverwachsung vorstellt. So kommt man von den hemiëdrisch-triklinen Formen zu dem monoklinen Systeme, von diesem zu dem rhombischen, und weiter entweder durch hexagonale oder tetragonale Formencomplexe schliesslich zu den regulären Formen. Man kann hierbei zwei verschiedene molekulare Structurformen annehmen: entweder sind die so zusammengesetzten Moleküle in dem normalen Zustande einander gleich, sondern sich jedoch in dem anomalen und bilden Zwillingslamellen, wie z. B. Leucit, oder die Partialmoleküle schliessen sich einem oder einigen zusammengesetzten Centralmolekülen symmetrisch nach allen Seiten an, so dass der Krystall in anomalem Zustande im Ganzen eine Theilung in einzelne Theile zeigt, ähnlich denen des Centralmoleküls, so z. B. anomaler Granat, Idokras u. a., welche auf den Hauptflächen die sogenannte Stundenglas-Structur zeigen. Wie besonders Klein gezeigt hat, steht diese Structur in naher Beziehung zu den äusseren Krystallflächen, ohne jedoch auf diesen zu beruhen, da

im Gegentheile angenommen werden muss, dass diese letzteren von der Molekularstructur abhängig sind.

Noch kann hier bemerkt werden, dass die auf oben genannte Weise erhaltenen Zwillingsformen des Plagioklases hemimorph sind, aber holomorph werden, wenn zwei hemimorphe Formen sich aneinander gesetzt haben. In Uebereinstimmung hiermit sind die Grundformen der krystallisirten Mineralien im Allgemeinen zweierlei: die der aufgewachsenen und die der eingewachsenen Krystalle, welche, wie ihre vorherrschenden Flächen zeigen, sich zu einander wie die genannten hemimorphen zu den holomorphen Formen verhalten, indem ihre Hauptaxen sich wie 1 : 2 verhalten. So zeigen z. B. die in der Richtung der Hauptaxe aufgewachsenen Krystalle des Orthoklases gewöhnlich das Doma $\bar{P}\infty$ $(x)$, die eingewachsenen $2\bar{P}\infty$ $(y)$; die Krystalle des aufgewachsenen Titanits die nach Dana's Auffassung positive Pyramide $P$ $(l)$, die des eingewachsenen die negative Pyramide $-2P$ $(n)$; die von G. vom Rath (diese Zeitschr. 5, 258) beobachteten aufwachsenen Krystalle des Dioptases von Copiapo in Chile das Rhomboëder $R$, die eingewachsenen, vollständig ausgebildeten Dioptaskrystalle von der Kirgisensteppe das Rhomboëder $-2R$.

Wenn man die oben angeführten, mit den Cordierit- und Turmalinformen analogen, pseudorhombischen resp. pseudorhomboëdrischen Zwillingscomplexe des Feldspathes dreimal in der Richtung der Hauptaxe verlängert, indem man sich drei solche Complexe übereinander gesetzt vorstellt, so kommt man zu den Grundformen des klinorhombischen Muscovits und des klinorhomboëdrischen Biotits, deren Hauptaxen, wenn man sie als monoklinisch betrachtet, dreimal so gross als diejenige des Orthoklases sind, was zu der Annahme führt, dass die Grundmoleküle der Glimmerarten aus drei in der Hauptaxe vereinigten einzelnen Molekülen bestehen, wobei zu bemerken ist, dass man auch hier zu zwei Grundformen, der hemi- und der holomorphen Form, kommt, je nachdem man die Pyramide $o$ oder $M$ als Grundpyramide betrachtet. Im vorigen Falle erhält man als Hauptaxe $c = 1{,}65$ $(= 3{,}055)$, im letzteren $c = 3{,}3$ $(= 3 \cdot 1{,}1)$ oder dreimal die $c$-Axen der Grundformen der auf-, resp. der eingewachsenen Orthoklase.

Diese bedeutende Grösse der Hauptaxe des Glimmers erklärt seine höchst vollkommene basische Spaltbarkeit, indem man a priori voraussetzen kann, dass Moleküle, welche 3—4, oder bei rhomboëdrischer Ausbildung 4—5mal so gross in der Richtung der Hauptaxe, wie in der dagegen normalen Richtung sind, mit viel grösserer Stärke in dieser als in jener Richtung zusammengehalten werden müssen. Die bedeutende Stärke der Molekularattraction des Glimmers in der Richtung der basischen Fläche zeigt sich auch durch den Einfluss, welchen sie ausübt auf die darin eingeschlossenen Mineralien, wie z. B. die in Muscovit eingewachsenen Turmalin-

krystalle, deren Prismenfläche parallel mit der basischen Fläche des Glimmers ausgedehnt ist.

Etwas weniger lang sind die Hauptaxen der Chloritarten: $c = 3.5$ für den rhombischen Pennin und 2,277 für den klinohexagonalen Klinochlor, oder ungefähr zweimal so gross wie die des Orthoklases, welches zur Annahme eines Doppelmoleküls für den Chlorit führt. Dieses steht mit seiner weniger deutlichen Spaltbarkeit und seiner schwächeren Doppelbrechung im Vergleiche mit dem Glimmer in Uebereinstimmung.

Dass man in der That für die ungleichaxigen, nicht regulären Krystalle als ein allgemeines empirisches Gesetz den Satz aufstellen kann, dass die Molekularattraction in umgekehrtem Verhältnisse zu den Axenlängen oder im Allgemeinen den Flächennormalen steht, welche letztere den relativen Abständen der Moleküle entsprechen, das zeigt eine Zusammenstellung der tetragonalen und hexagonalen Mineralien nach ihren Hauptaxen. So zeigen Skapolith und Idokras mit $c = 0,4—0,5$ prismatische Ausbildung und Spaltbarkeit; Zirkon, Rutil, Cassiterit mit $c = 0,6—0,7$ theils prismatischen, theils pyramidalen Habitus; Mellit, Braunit, Hausmannit mit $c = 0,8—1,1$ pyramidale Ausbildung; Apophyllit, Wulfenit, Anatas mit $c = 1,2—1,8$ theils einen pyramidalen, theils tafelförmigen Typus; Chalkolit mit $c = 2,06$ dünn tafelartige Krystalle mit höchst vollkommener basischer Spaltbarkeit. So zeigen weiter Epidotkrystalle, deren Symmetrieaxe ($b$-Axe) kleiner als die anderen ist, Ausbildung und Spaltbarkeit parallel dieser Axe, während Krystalle von Gyps und Heulandit, deren $b$-Axe ungefähr doppelt so gross als die anderen Axen, nach der Symmetrieebene sehr vollkommen spaltbar und oft tafelförmig ausgedehnt sind.

Dieses Gesetz ist, obgleich anders ausgedrückt, übereinstimmend mit dem von Frankenheim und Bravais auf theoretischem Wege gefundenen Verhältnisse zwischen Spaltbarkeit und Molekularstructur. Die scheinbaren Ausnahmen dieser allgemeinen Regel beruhen wohl auf dem Unterschiede zwischen physikalischen Molekülen (Grundmolekülen), welche die Spaltbarkeit bedingen und welche aus den chemischen Molekülen zusammengesetzt sind, und den aus diesen physikalischen Molekülen zusammengesetzten Krystallmolekülen, welche die Ausbildung bedingen und auf welchen zum Theil die äusseren Medien Einfluss haben.

Die Glimmerarten zeigen deutlich, dass in der Natur keine scharfen Grenzen zwischen den Krystallsystemen existiren. Biotit (= Meroxen und Phlogopit) kann man zum Theil als rhomboëdrisch mit monokliner Anomalie, oder wie Naumann es nannte, monokliner Meroëdrie betrachten, zum Theil als wirklich monoklin vom Anfange an, aber mit hexagonaler Formenausbildung. Dass der eigentliche Biotit (Meroxen) wenigstens zum Theil bei seiner Bildung, d. h. bei höherer Temperatur normal rhomboëdrisch

gewesen ist, scheint mir aus seinem geringen optischen Axenwinkel und dessen Verminderung (nach Des Cloizeaux) bei Temperaturerhöhung hervorzugehen und weiter aus den rhomboëdrischen Aetzfiguren des Phlogopits. Diese Glimmerart zeigt, wie ich an mit Fluorwasserstoffsäure geätztem Phlogopit von Pargas gefunden habe, trigonale Aetzfiguren, oft von hexagonalen Umrissen umgeben, welche zu den trigonalen Seiten in derselben Stellung stehen wie die Prismenflächen zu den pseudorhomboidischen Flächen der oben genannten Drillingsformen des Plagioklases (siehe Fig. 6). Auf eine Analogie zwischen den Plagioklasdrillingen und den Grundformen des *Mg*-Glimmers verweisen auch die Schlag- und Drucklinien des letzteren, von welchen jene mit den Deuteroprismenflächen, diese mit den Pseudorhomboëderflächen der Molekularformen parallel gehen.

Die Sprödglimmer-Arten (Clintonit von New York und Waluewit vom Ural) geben mit Fluorwasserstoffsäure, wie ich gefunden habe, ebenfalls trigonale Aetzfiguren, deren Seiten aber zu den Schlaglinien nicht normal, wie bei Phlogopit, sondern parallel gehen, und welche nicht so deutlich monosymmetrisch ausgebildet sind, wie diejenigen des Phlogopits. Zum Theil sind auch diese trigonalen Figuren von hexagonalen Aetzfiguren umgeben, den Schlaglinien jedoch nicht parallel, sondern zu ihnen normal orientirt und also nicht Deutero-, sondern Protoprismenflächen entsprechend. Dieses deutet rhomboëdrische oder quasi-rhomboëdrische Molekularformen an, in verwendeter Stellung zu derjenigen des Phlogopits, mit den Prismenseiten den Flächen des hexagonalen Protoprisma entsprechend. Denkt man sich die zwei hemimorphen Theile der Fig. 6 oder des damit analogen Drillingscomplexes des Anorthits so aneinander gestellt, dass die gleichen Kanten einander entsprechen, welches man durch eine Drehung des einen Theiles um 60° im Verhältniss zu den anderen zu Stande bringt, und stellt man dabei den Complex so, dass seine Prismenflächen nicht den Flächen des Deutero-, sondern des Protoprismas entsprechen, so kommt er in eine Stellung, welche sich zu der vorigen (Fig. 6) verhält, wie die Aetzfiguren des Sprödglimmers zu denen des gewöhnlichen Glimmers, aber sie entsprechen nun nicht mehr einem rhomboëdrisch-, sondern trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Formencomplexe. In Uebereinstimmung hiermit scheinen mir die trigonalen Aetzfiguren und die entsprechenden Flächen des Sprödglimmers nicht als Rhomboëder, sondern als trigonale Pyramiden resp. als Trapezoëder gedeutet werden zu müssen.

Gehen wir nun zu den Silicaten über, deren Grundformen sich von Plagioklaszwillingen mit Zwillingsebenen in der brachydiagonalen (quasitetragonalen) Zone herleiten lassen, so haben wir hier diejenigen der Pyroxen-Amphibol- und die der Andalusit-Staurolith-Gruppen zu betrachten, welche Silicate mit einander analog sind, indem das Amphibolprisma sich zum Pyroxenprisma wie das des Stauroliths zu dem des Anda-

lusits verhält. Der Bavenoer Zwilling der Anorthitform (Fig. 2), nach der Domenfläche (0$\bar{2}$1) als Zwillingsebene, ist ähnlich einer monosymmetrischen Form mit den Winkeln (010):(010)' = 93° 36' und (010):(110) = 58° 4', welche sich den entsprechenden Winkeln des Pyroxens (110):(1$\bar{1}$0) = 92° 54' und ($\bar{1}$10):($\bar{1}$11) = 58° 49' nähern. Die Grundform des Andalusits wie auch die des rhombischen Pyroxens müssen dagegen mit einem Doppelzwilling oder Bavenoer Vierling des Anorthits (ähnlich Fig. 3) verglichen werden.

Man kann in Uebereinstimmung hiermit die halben resp. hemimorphen Grundformen des Pyroxens und Andalusits als zwei resp. vier hemiëdrisch-triklinen Partialformen entsprechend betrachten, und erhält dadurch eine Erklärung der triklinen Anomalie, welche die monoklinen Pyroxenkrystalle zuweilen zeigen, so z. B., wie ich gefunden habe, die schwarzen Augitkrystalle von Pargas, welche gewöhnlich eine schiefe trikline Ausbildung und einen kleinen Unterschied der Winkel zwischen den Flächen des Prismas auf jeder Seite der Symmetrieebene zeigen. Auch kann man dadurch eine Erklärung der zwillingsartigen Viertheilung des Chiastoliths erhalten. Aehnlich der Grundform des Andalusits ist auch die des rhombischen Pyroxens im aufgewachsenen, hemimorphen Zustande als aus vier triklinen oder zwei monoklinen Zwillingstheilen bestehend anzusehen, und man kommt so zu einer Annahme über das Verhältniss des rhombischen und monoklinen Pyroxens ähnlich der von Groth (Tabell. Uebersicht der Mineral. S. 135) ausgesprochenen Ansicht.

Die den genannten zwei Gruppen angehörenden asymmetrischen Silicate Rhodonit und Cyanit sind in Hinsicht ihrer Grundformen nicht mit Anorthitzwillingen, sondern mit der einzelnen Anorthitform zu vergleichen, und können wie diese als hemiëdrisch-triklin, und also gleich der Hälfte der monoklinen oder dem Viertel der rhombischen Pyroxenform betrachtet werden.

Die natürlichste Auffassung der Grundform des Rhodonits scheint mir die von Hamberg vorgeschlagene zu sein (s. diese Zeitschr. **23**, 160 f.); nach dieser ist der Rhodonit mit dem Wollastonit zu vergleichen, und die vorherrschenden Flächen (*c*, *b*, *k*, *n*) nicht als Prismen- und Pyramiden-, sondern als Pinakoid- und Domenflächen zu betrachten. Aber die Grundform des Wollastonits ist meiner Meinung nach als die Hälfte von der des Alkalipyroxens (Spodumen) in der Symmetrieaxe, d. h. als **hemimorph-monoklin** zu betrachten, was durch das Axenverhältniss $a : b : c = 1,114 : 0,5 : 0,483$; $\beta = 69° 48'$ ausgedrückt werden kann; daraus erklärt sich die tafelartige Ausbildung und die Spaltbarkeit parallel mit dem Orthopinakoid, in Uebereinstimmung mit oben angeführtem empirischen Gesetze. Dieses Axenverhältniss ist $= a : \frac{1}{2}b : \frac{3}{4}c$ im Verhältniss zu dem des Spodumens, wenn man dieses $= 1,124 : 1 : 0,64$ ($\beta = 69° 40'$) setzt. Diese beiden nahe verwandten Silicate unterscheiden sich auch durch ihre pina-

koidale Ausbildung und der von **Frankenheim** sogenannten »normalen« Flächenfolge in der Prismenzone ({110}, {120}, {130} etc.) von der prismatischen Ausbildung und »anormalen« Flächenanordnung des Pyroxens und Amphibols: ({110}, {130}, {150}) etc.; wenn man für diese letzteren schiefe, den Prismenflächen ($\infty P$) parallel gehende Axen annimmt, so erhalten auch sie eine »normale« Flächenfolge. Dieses deutet einen Unterschied in den molekularen Attractionsrichtungen an, dass diese nämlich bei Spodumen und Wollastonit den Pinakoiden, bei Augit und Hornblende den Prismenflächen parallel gehen.

Die hemimorphe Grundform des Wollastonits nähert sich der hemiëdrischen Anorthoitform (Fig. 2), und kann wie diese mimetisch-tetragonale Zwillingscomplexe, ähnlich Fig. 5, zusammensetzen. Der Spodumen kann dagegen mit dem Orthoklas auf folgende Weise verglichen werden:

| Spodumen: | Orthoklas: |
|---|---|
| (011):(0$\bar{1}$1) = 61° 50′ | (110):(1$\bar{1}$0) = 61° 12′ |
| (010):(100) = 90 0 | (010):(001) = 90 0 |
| (001):(100) = 69 40 | (100):(001) = 63 57 |

Der Spodumen zeigt also mit dem Orthoklas eine vollständige Analogie in zwei Hauptzonen, eine unvollständige in der dritten, was unten (Abth. III) seine Erklärung erhält.

An den Spodumen schliesst sich der **Petalit**, dessen Axenverhältniss $a:b:c = 1{,}15:1:1{,}49$ ($\beta = 67° 34'$) ist; er hat also eine ungefähr doppelt so grosse Hauptaxe wie die des Spodumens, welches seine verschiedene Spaltbarkeit erklärt. Der Spodumen und der Petalit stehen in Hinsicht der $c$-Axe zu einander in demselben Verhältnisse wie Pyroxen und Amphibol in Hinsicht der $b$-Axe, was mit dem Verhältnisse ihres Molekularvolumens übereinstimmt, indem dieses für Pyroxen (Diopsid) und Amphibol (Tremolit) = 2 : 4,3, für Spodumen und Petalit = 1 : 2,1 ist (**Rammelsberg**, Handb. der Mineralchemie **1**, 98 u. 99).

Dem Spodumen und dem Wollastonit schliessen sich weiter folgende, in krystallochemischer Hinsicht nahe verwandten Silicate an:

| | | |
|---|---|---|
| **Danburit** | $a:b:c$ | = 1 : 0,9183 : 0,441 *), |
| **Leukophan** | - | = 1 : 0,9939 : 3 · 0,448 (= 2 · 0,672), |
| **Melinophan** | - | = 1 : 1 : 3 · 0,435 (= 2 · 0,658), |
| **Skapolith** | - | = 1 : 1 : 0,4398. |

Ich habe hier für Leukophan an Stelle der von **Brögger** (diese Zeitschr. **16**, 293) als Grundform gewählten Pyramide $p$ die öfter vorkommende Pyra-

*) Die längere Nebenaxe ist hier als $a$-Axe, der Klinodiagonale $a$ des Pyroxens entsprechend gesetzt, um die Analogie mit den oben angeführten pyroxenartigen Silicaten anzuzeigen.

mide $x$ (= $2P$ nach Brögger) als Grundpyramide betrachtet, und übereinstimmend hiermit für Melinophan die von Brögger als Deuteropyramide $2P\infty$ angesehene Form = $P\infty$ gesetzt. Die Axenverhältnisse dieser Mineralien stehen dann in Uebereinstimmung mit dem oben angeführten empirischen Gesetze, indem die säulenförmigen und prismatisch spaltbaren Mineralien Danburit und Skapolith eine dreimal kleinere $c$-Axe besitzen, als die basisch spaltbaren und gewöhnlich tafelförmigen Leukophan und Melinophan.

Brögger betrachtet Melinophan als »tetragonal-rhombotyp-tetartoëdrisch«. Diese Abtheilung ist jedoch eine von denen, welche Gadolin (l. c.) aus der Reihe der Krystallsysteme ausschliesst, und mit der sphenoidisch-rhombischen Abtheilung vereinigt. Melinophan gehört dann demselben Systeme an wie Leukophan, aber mit noch mehr tetragonalähnlicher Form. Er verhält sich also zu Leukophan wie Thomsenolith zu Pachnolith, und seine Form zum tetragonalen Systeme wie die des monoklinen Biotit und Klinochlor zu dem hexagonalen, von der letztere auch von Schrauf als klinohexagonal bezeichnet worden ist.

Die von Schuster am Danburit nachgewiesenen Vicinalflächen und die von Brögger und Groth beobachteten Zwillingscomplexe des Leukophans und Melinophans nebst ihren asymmetrischen Aetzfiguren und optischen Verhältnissen zeigen eine innere Structur an ähnlich den Bavenoer und Manebacher Zwillingscomplexen des Plagioklases. Noch mehr als diese Silicate nähern sich die Grundform des Skapoliths und die an diese sich anschliessende Grundform des Vesuvians (Fig. 5) einem aus vier Bavenoer Zwillingen des Plagioklases bestehenden Formencomplexe. Je nachdem dieser Zwillingscomplex nur aus der einen (rechten) Hälfte der Grundform des Anorthits (Fig. 2) oder daneben aus der anderen (linken) enantiomorphen Gegenform besteht, erhält man den Pyramidenwinkel $(111):(1\bar{1}1)$ des Vesuvians (= 50° 2'— 50° 40') und des Skapoliths (= 43° 49') aus den entsprechenden Winkeln des Anorthitcomplexes = 48° 44' oder 44° 47' bis 41° 30', welchen sich auch die entsprechenden Winkel des Meliliths (= 45°) und Gehlenits (= 40° 46') nähern. Dabei muss bemerkt werden, dass der Winkel $(111):(\bar{1}\bar{1}1)$ des Skapoliths (= 63° 42') sich zu demjenigen des Gehlenits (= 59°) verhält, wie dieser zu dem Winkel $(101):(\bar{1}01)$ des Vesuvians (56° 31'), was zu der Annahme führt, dass die Zone [100, 101] des letzteren der Zone [110, 111] des Skapoliths entspricht.

Weitere Belege für die Ansicht der Analogie zwischen der Molekularstructur dieser Silicate mit den genannten Zwillingscomplexen des Plagioklases kann man darin finden, dass die entsprechenden Zonen [331, 111] der ersteren und [130, 110] des letzteren eine ähnliche (»anormale«) Ausbildung haben; und ebenso ist die prismatische Zone $[110, 1\bar{1}0]$ der vorigen der entsprechenden brachydiagonalen Zone [010, 001] des Plagioklases ähn-

lich (»normal«) ausgebildet, indem in diesen letzteren Zonen Flächen mit dem Parameter 2 nächst den mit 1 folgen. Auch erhält man dadurch eine Erklärung der krystallographischen und optischen Anomalien, welche besonders der Vesuvian im hohen Grade zeigt, und weiter über die Pseudomorphosen (resp. Paramorphosen) von Plagioklas nach Skapolith (»Paläoalbit« Scheerer's) und von Skapolith nach Plagioklas, z. B. dem oben genannten Anorthit (Anorthoit) von Sillböle, welcher, wie ich gefunden habe (l. c.), zum grössten Theile in Skapolith (Paranthit) durch eine Structurmetamorphose verwandelt worden ist. Der Skapolith kann also als eine polymere Modification des Plagioklases betrachtet werden, wie schon früher von Scheerer angenommen worden ist.

Schliesslich kann auch die pyramidale Hemiëdrie, welche die eingewachsenen Skapolithkrystalle, z. B. die von Pargas zeigen, erklärt werden, wenn man sich vorstellt, dass die acht Partialmoleküle des holomorphen Skapolithmoleküls nicht Anorthitzwillingen, sondern einzelnen Anorthitformen (Fig. 2) entsprechen, in welchem Falle nur die abwechselnden, den dipyramidalen Flächen des Skapoliths entsprechenden Kanten zwischen den Pinakoid- und Prismenflächen des Zwillingscomplexes einander gleich sind, und eine solche Pyramide also in zwei Tritopyramiden zerfallen muss.

Zu der dritten Abtheilung der Silicate, nämlich denjenigen, welche Aehnlichkeit der Winkel einer Hauptzone mit den der ortho- resp. makrodiagonalen Zone des Feldspaths zeigen, gehören unter anderen folgende rhombische und monokline Silicate:

| | | |
|---|---|---|
| Zoisit | $(110):(\bar{1}10)$ | $= 63^\circ 34'$ |
| Epidot | $(100):(001)$ | $= 64\ 36$ |
| Orthit | $(100):(001)$ | $= 64\ 59$ |
| Gadolinit | $(110):(\bar{1}10)$ | $= 64\ 11$ |
| Datolith | $(110):(\bar{1}10)$ | $= 64\ 38$ |
| Homilit | $(110):(\bar{1}10)$ | $= 64\ 0$ |
| Euklas | $(110):(\bar{1}10)$ | $= 65\ 0$ |

Diese Winkel nähern sich den Winkeln (100):(001) des Feldspaths (= 64° 4′ für Anorthit, 63° 57′ für Orthoklas), wobei noch bemerkt werden kann, dass $\frac{1}{2}a : \frac{1}{3}c = 0{,}527 : 0{,}602$ für Epidot sich dem Verhältnisse $c : a = 0{,}55 : 0{,}63$ für Anorthit nähert, und dass also das Orthopinakoid ($T$) des Epidots der basischen Fläche ($P$) des Feldspaths entspricht.

Dass diese Silicate auch in den übrigen Zonen einander ähnlich sind, zeigt folgende Zusammenstellung ihrer Axenverhältnisse:

| | | |
|---|---|---|
| Zoisit | $a : b : c = 0{,}6196 : 1 : 0{,}6859$; | $\beta = 90^\circ\ 0'$ |
| Gadolinit | - $= 0{,}627 : 1 : 0{,}643$; | $\beta = 89\ 27$ |
| Datolith | - $= 0{,}633 : 1 : 0{,}635$; | $\beta = 89\ 51$ |
| Homilit | - $= 0{,}624 : 1 : 0{,}641$; | $\beta = 89\ 21$ |
| Euklas | - $= 0{,}63 : 1 : 0{,}632$; | $\beta = 88\ 38$ |

Das Axenverhältniss des Euklases ist das von Rammelsberg vorgeschlagene, welches jedoch weniger natürlich als das von Schabus zu sein scheint. Aber auch bei der Annahme dieses letzteren kann man eine Beziehung zum Epidot finden, wenn man die Flächen (100):(001) = 79° 44′ bei Euklas mit den Flächen (101):($\bar{1}$01) = 81° 36′ bei Epidot parallelisirt. Dass diese Flächenrichtungen oder die damit parallel gehenden Diagonalen des rhomboidischen, klinopinakoidalen Durchschnittes des Epidots, dessen Seiten $a : c$ = 1,58 : 1,806 ist, eine morphologische und wohl auch krystallochemische Bedeutung haben, scheint aus den von W. Ramsay gefundenen, damit nahe parallel gehenden Absorptionsrichtungen hervorzugehen. Auch entsprechen, nach der von Dana (Min. 5. Edit. 292) gemachten Vergleichung der Epidot- und Zoisitformen, bei Zoisit, Gadolinit, Datolith, Homilit die $a$- und $b$-Axen den genannten Diagonalen der Symmetrieebene der Grundform bei den isomorphen Mineralien Epidot und Orthit.

An die Zoisit-Euklasreihe schliesst sich auch der Mosandrit und Johnstrupit an (Brögger, diese Zeitschr. **16**, 75), wie folgendes Axenverhältniss des letzteren zeigt: $a : b : c$ = 1,623 : 1 : 1,359 = 1 : 0,616 : 0,838 ($\beta$ = 86° 55′), wonach die Klinodiagonale ($a$-Axe) des Johnstrupits der Ortho- resp. Makrodiagonale ($b$-Axe) der Silicate der Zoisit-Euklasreihe und also der längeren Diagonale der Epidotform entspricht. Wenn man diese Diagonale als Zwillingsaxe und damit einen rhombischen Schnitt, gegen ($\bar{1}$01) ($r$) unter 8° 4′ neigend, zur Zwillingsebene annimmt, kommt man zu monosymmetrischen resp. rhombischen Zwillingsformen, welche den Datolith- und Zoisitformen ähnlich sind. In diesen Zwillingscomplexen sind $M : M'$ = 69° 24′, $T : T'$ = 59° 48′; die Mittelzahl = 64° 36′ nähert sich dem Prismenwinkel obiger Silicate, deren Prismenflächen also als intermediäre oder resultirende Richtungen dieser Flächenrichtungen des Epidots betrachtet werden können. Die monoklinen und rhombischen Silicatformen dieser Reihe können also betrachtet werden als zusammengesetzt aus zwei resp. vier asymmetrischen Partialformen, worauf auch ihre anomalen krystalloptischen Erscheinungen hindeuten.

Zu dieser dritten Abtheilung können noch folgende Silicate gezählt werden:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Kentrolith (rhombisch) | | (110):(1$\bar{1}$0) | = 64° 42′ |
| Liëvrit | - | (110):(1$\bar{1}$0) | = 67 22 |
| Titanit (monoklin) | | (110):(1$\bar{1}$0)($r$) | = 66 29 |

Die krystallographische Aehnlichkeit des Titanits (nach Rose's Grundform) und Liëvrits zeigt weiter folgende Zusammenstellung ihrer Axenverhältnisse:

| | | |
|---|---|---|
| Titanit | $a : b : c$ = 0,427 : 1 : 0,657; | $\beta$ = 85° 22′ |
| Yttrotitanit | - = 0,430 : 1 : 0,649; | $\beta$ = 87 50 |
| Liëvrit | $c : b : a$ = 0,442 : 1 : 0,666; | $\beta$ = 90 0 |

Noch mehr als die bisher angeführten Silicate nähern sich den Feldspatharten in krystallographischer wie auch in chemischer Hinsicht die Zeolithe. Wenn man zu diesen den mit Datolith verwandten Prehnit zählt, so ist dieser ein Glied der dritten der oben genannten Abtheilungen mit dem Prismenwinkel $(110):(1\bar{1}0) = 80^0 12'$ ($= (001):(\bar{2}01) = 80^0 22'$ bei Orthoklas), welcher Winkel sich dem Winkel $= 76^0 38'$ des Prismas $\infty \breve{P} 2$ des Datoliths nähert, und er steht dann zu Epidot in demselben Verhältnisse, wie Mosandrit resp. Johnstrupit zu den übrigen Silicaten der Reihe oder in verwendeter Stellung, mit der kürzeren Axe $a$ der längeren Axe $b$ dieser entsprechend. Zu der ersten Abtheilung, den Silicaten mit hexagonalem Formentypus, gehört dagegen der Chabasit und die übrigen damit verwandten hexagonalen Zeolithe, deren Grundformen nach den Untersuchungen von Becke, Klein und v. Lasaulx aus wenigstens sechs triklinen Individuen zusammengesetzt sind, ähnlich den oben angeführten Drillingscomplexen von Plagioklas mit (010) und (110) als Zwillingsflächen, jedoch mit anderen Begrenzungsflächen (201), (021), $(0\bar{2}1)$, als die der wasserfreien Silicate Nephelin, Turmalin etc. Die Mehrzahl der Zeolithe können aber zur zweiten Abtheilung gezogen werden, d. h. zu den Silicaten, deren Grundformen den Bavenoer und Manebacher Zwillingen der Feldspatharten sowohl in äusserer Ausbildung, als in innerer Structur analog sind.

Besonders auffallend zeigen die Zeolithe der Heulandit-Desmingruppe eine solche Analogie. Sie sind sämmtlich aus triklinen oder monoklinen Partialformen zu Zwillingscomplexen höherer (monoklinen, rhombischen, ja bisweilen pseudotetragonalen und regulären) Symmetrie (Harmotom und Phillipsit) zusammengesetzt.

Weniger auffallend ist eine solche Zusammensetzung bei den Nadelzeolithen (Natrolith-Skolezitgruppe). Dass sie jedoch auch hier vorkommt, zeigen die Untersuchungen von Lüdecke, Brögger, Flink u. a. Wenn man sich einen hemimorphen pseudorhombischen Bavenoer Zwillingscomplex von vier Anorthit-Individuen, ähnlich der einen Hälfte der Fig. 4, vorstellt, so nähert sich dieser Vierlingscomplex den Natrolith- und Skolezitkrystallen sowohl in Hinsicht der Prismen- wie der Pyramidenwinkel. Diese letzteren sind für Skolezit $= 35^0 40'$ und $35^0 20'$, für Natrolith $= 36^0 40'$ und $37^0 20'$, welche Winkel sich den Winkeln (in Mittelzahl ungefähr $36^0$) zwischen den {100}-Flächen der Partialformen des Anorthitzwillingscomplexes nähern. Der Unterschied zwischen dem rhombischen Natrolith und dem monoklinen Skolezit ist, wie im Allgemeinen zwischen nahestehenden rhombischen und monoklinen Krystallen, darin zu suchen, dass die Grundform des Natroliths aus einer doppelt so grossen Anzahl Partialformen wie die des Skolezits besteht.

Dass diese Grundformen auch hemimorph sind, zeigen sowohl in

krystallographischer wie in physikalischer Hinsicht die Skolezitkrystalle, und bisweilen auch die Natrolithkrystalle, da sie, wie Koenen und Stadtländer an eingewachsenen Krystallen von Marburg gezeigt haben, aus zwei in gewendeter Stellung von 90° zu einander stehenden hemimorphen Theilen bestehen, welche sich in der Mitte zu Complexen höherer tetragonaler Symmetrie zusammensetzen. Im Zusammenhang hiermit kann bemerkt werden, dass man an aufgewachsenen Natrolithkrystallen aus der Auvergne eine sphenoidale Hemiëdrie constatiren kann, indem die Pyramiden regelmässig aus zwei gegenüberstehenden grösseren und zwei kleineren Flächen bestehen, und weiter, dass zwei solche Krystalle so neben einander gewachsen sind, dass die grösseren Flächen des einen den kleineren des anderen entsprechen, also in einer ähnlichen Zwillingsstellung wie die zwei Hälften der genannten eingewachsenen Krystalle. — Zu den Blätterzeolithen mit pinakoidaler Ausbildung stehen die Nadelzeolithe mit prismatischem Habitus in einem ähnlichen Verhältnisse, wie die prismatisch ausgebildeten *CaMg*-Pyroxene zu dem pinakoidalen Alkali-Pyroxen (Spodumen und Akmit).

Noch mehr als die vorigen Zeolithe nähert sich die Grundform des Laumontits der des Pyroxens und also auch des damit analogen Baveнoer Zwillings der Anorthoitform, deren Winkel in der Symmetrieebene (53°) sich dem entsprechenden Winkel $(100):(\bar{2}01) = 54° 19'$ des Laumontits nähert.

Auch die Krystalle des Apophyllits bestehen nach den Untersuchungen von Rumpf und Klein aus monoklinen resp. triklinen Theilen, welche jedoch so zusammengesetzt sind, dass sie sich als zwei rhombische Durchkreuzungszwillinge erweisen, deren Prismenflächen den Grundpyramidenflächen des Apophyllits entsprechen, zuweilen, wie die Aetzfiguren andeuten, auch den Flächen der Deuteropyramide.

Den variirenden optischen Charakter des Apophyllits erklärt R. Brauns (Die optischen Anomalien) als beruhend auf einer Verbindung zweier in optischer Hinsicht verschiedener Varietäten; doch scheint es mir mit Rücksicht auf die einfache chemische Zusammensetzung des Apophyllits wahrscheinlicher, dass er auf einer Variation in der Molekularstructur beruht. Da nämlich die optischen Axenebenen des anomalen Apophyllits zu einander rechtwinklig liegen, so müssen die grösste und kleinste Elasticitätsaxe der Makro- resp. Brachydiagonale der rhombischen Partialformen parallel sein, und also, je nachdem die eine oder die andere von diesen in die Richtung der Hauptaxe der Apophyllitkrystalle fällt, eine negative oder positive Doppelbrechung vorhanden sein.

An die mimetisch-regulären Krystalle des Phillipsits schliessen sich die optisch und krystallographisch anomalen regulären Zeolithe Analcim und Faujasit, welcher letztere durch seine den Oktaëderflächen vicinalen

Ikositetraëderflächen eine aus monoklinen Zwillingscomplexen bestehende Molekularstructur anzeigt, und weiter die mehr oder weniger anomalen wasserfreien Silicate Leucit, Sodalith und Granat. Da nun zwischen den mimetischen und den mehr oder weniger krystalloptisch anomalen regulären Krystallen keine scharfe Grenze existirt, so müssen, wenn man jene als aus weniger symmetrischen Theilgestalten bestehend erkannt hat, auch diese so aufgefasst werden. Hierfür sprechen auch die krystallographischen und chemischen Beziehungen zwischen diesen regulären Krystallen und einigen von den oben betrachteten anomalen hexagonalen und tetragonalen Krystallen, so den zwischen Sodalith und Nephelin, Leucit und Skapolith, Granat zum Theil und Vesuvian. Auf Grund dieser Relationen kann der dodekaëdrische Sodalith als aus vier holomorphen rhomboëdrischen nephelinähnlichen Zwillingscomplexen (Fig. 6) zusammengesetzt betrachtet werden, wofür auch die von Brögger und Bäckström (diese Zeitschr. 18, 215) gefundenen Aetzfiguren sprechen: diese sind nämlich so angeordnet, dass jede Dodekaëderfläche von ihrer längeren Diagonale in zwei Hälften getheilt ist, was darauf hindeutet, dass der Krystall aus acht hemimorphen, vom Centrum ausgehenden rhomboëdrischen Sectoren besteht. Das Leucitmolekül kann dagegen als zusammengesetzt zunächst aus drei holomorphen oder aus sechs hemimorphen tetragonalen Zwillingscomplexen betrachtet werden, denjenigen des Skapoliths (ähnlich Fig. 5) und also auch den entsprechenden Bavenoer Zwillingscomplexen des Anorthits ähnlich, dessen Prismenflächen den Ikositetraëderflächen des Leucits entsprechen, und dessen Winkel $(110):(110)' = 48^0 44'$ den Ikositetraëderwinkeln $(112):(1\bar{1}2) = 48^0 12'$ gleich sind. Dadurch erklärt sich die lamellare Zwillingsstructur des Leucits als der des Plagioklases analog, jedoch nicht mit den Flächen des Brachypinakoides, sondern denen des Brachydomas als Zwillingsebenen, welche letzteren den Dodekaëderflächen des ganzen Complexes entsprechen. Für diese Ansicht über das Verhältniss zwischen Leucit und Skapolith sprechen auch die von Fouqué und Michel-Lévy (Bull. soc. miner. 1880, 121; diese Zeitschr. 5, 415) dargestellten Leucitkrystalle, welche aus drei sich rechtwinklig durchkreuzenden, mimetisch-tetragonalen und optisch negativen einzelnen Krystallen bestehen. Auch kann hier bemerkt werden, dass die Hauptaxe des Leucitkrystalles ($c = 0,52$), als tetragonal betrachtet, sich zu der des Skapoliths ($c = 0,44$) wie die entsprechende $a$-Axe des *Ka*-Feldspaths ($= 0,66$) zu der des *NaCa*-Feldspaths ($= 0,63$) verhält.

Was schliesslich die anomalen Granatkrystalle betrifft, so können diese, wie besonders die Untersuchungen von Klein lehren, je nach ihrer verschiedenen Ausbildung betrachtet werden als bestehend aus 8 rhomboëdrischen, 12 rhombischen, 24 monoklinen oder 48 triklinen hemimorphen Partialindividuen, vom Centrum bis zu den resp. Flächen gehend. Für

diese Ansicht spricht auch der mit Granat isomere monosymmetrische Partschin, dessen Winkel (110):(1$\bar{1}$0) = 88° 8′ und (100):(001) = 52° 6′ den entsprechenden Winkeln des Bavenoer Anorthitzwillings (86° 24′ und 53° 3′) nahe gleich sind. Denkt man sich vier solcher Partschin-Individuen zu einem Zwillingscomplex vereinigt, der Grundform des Vesuvians mit den Winkeln (110):(1$\bar{1}$0) = 90° und (110):(111) = 53° 1′ (in Mittelzahl) ähnlich, so kommt man von dieser zu der ikositetraëdrischen Granatform auf ähnliche Weise wie oben vom Skapolith zum Leucit.

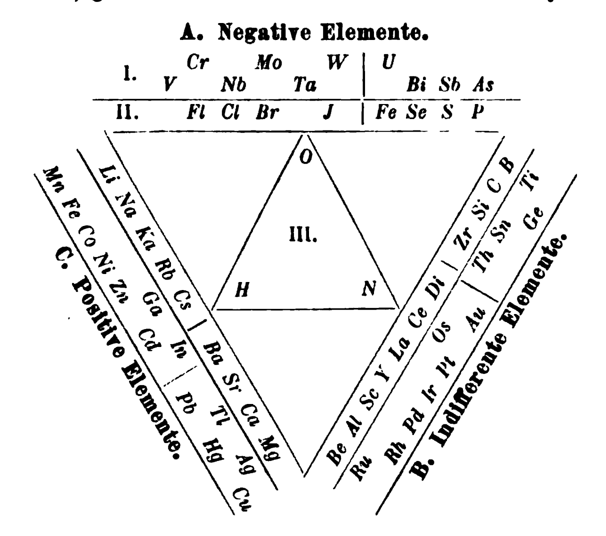
Dass man also von verschiedenen Silicaten durch wiederholte Zwillingsbildung zu mimetischen resp. anomalen regulären Formencomplexen kommen kann, deutet eine Annäherung der Formen dieser Silicate zu den regulären Formen an, worauf besonders Mallard (Sur la quasi-identité vraisemblable de l'arrangement moléculaire dans toutes les substances cristallisées, Bull. de la soc. minéral. **7**; Ref. in dieser Zeitschr. **11**, 654) hingewiesen hat. Eine solche Annäherung zum regulären Krystallsysteme zeigen unter anderen die Silicate der Feldspathgruppe: wie schon Dana (A System of Mineralogy) bemerkt hat, entsprechen die Hauptflächen des Orthoklases (das Prisma, die beiden Pinakoide $0P$ und $\infty \bar{P} \infty$, und die Pyramide $+P$) den Flächen des regulären Rhombendodekaëders ($\infty O$); der grösste Unterschied (8° 6′) zeigt sich in der Zone der Symmetrieaxe. Aehnlichkeit damit zeigt besonders die reguläre Combination $\infty O . O . \infty O \infty . 2O2$, wenn sie nach einer oktaëdrischen (trigonalen) Axe ausgezogen ist, wie der von Hessenberg (Mineral. Notizen Taf. IV, Fig. 20) beschriebene Sodalithkrystall vom Vesuv. Die Ursache dieser regulären Formenähnlichkeit der Krystalle im Allgemeinen muss meiner Meinung nach in der regulären oder nahe regulären Form der Elementaratome gesucht werden, worauf die meistentheils reguläre oder den regulären sich nähernde hexagonale Form der Elemente und ihrer binären Verbindungen hindeutet. Es wird also jetzt nothwendig, sich eine Vorstellung der Constitution dieser Elementaratome zu verschaffen. Eine krystallochemische Theorie der Mineralien setzt eine solche für die chemischen Elemente voraus.

## II.

Dass die sogenannten chemischen Elemente nicht solche im eigentlichen Sinne sind, sondern nur in Hinsicht ihrer noch nicht nachgewiesenen Theilbarkeit, dass sie im Gegentheile aus noch einfacheren Urelementen zusammengesetzt sind, das ist man wohl a priori berechtigt anzunehmen mit Berücksichtigung der Thatsache, dass diese Elemente in krystallographischer und physikalischer Beziehung den von ihnen zusammengesetzten chemischen Verbindungen im Allgemeinen ähnlich sind. Die sogenannten Elementaratome müssen also den von ihnen gebildeten Molekülen in der Hauptsache

ähnlich sein, und nur durch ihre grössere Einfachheit und auf Grund davon grössere Schwierigkeit zersetzt zu werden, verschieden sein.

Schon vor mehreren Jahren habe ich einen Versuch einer systematischen Zusammenstellung der Elemente auf Grund ihrer Atomgewichte gemacht (Acta Soc. Sc. Fenn. **10**), welche besser als die in chemischen Lehrbüchern dargestellten Systeme als Grundlage einer krystallochemischen Theorie und eines Systems der Mineralien dienen könnte. In einem solchen Elementarsysteme müssen meiner Ansicht nach nicht nur die eigentlich chemischen, sondern auch die physikalischen Eigenschaften der Elemente berücksichtigt werden, besonders der in mineralogischer Beziehung wichtige Unterschied zwischen dem metallischen und nichtmetallischen Charakter. Ich vertheile deshalb die Elemente in drei Serien mit Rücksicht ihrer physikalischen Beschaffenheit: I. schwere Metalle, II. leichte Metalle nebst Metalloïden und III. die drei gasförmigen, in der Natur allgemeiner vorkommenden Elemente *H*, *N*, *O*; und es zeigt sich dann eine solche Dreitheilung auch in chemischer Hinsicht ganz naturgemäss. Ich wollte darum dieses System, im Gegensatz zu den früheren dualistischen und der jetzigen monistischen*) Auffassung, als trialistisch bezeichnen. Folgendes Schema **) giebt eine Uebersicht dieses Elementarsystems.




Wie man sieht, schliesst sich dieses Elementarsystem an die von Berzelius herrührende Eintheilung in elektronegative und elektropositive

*) Als ein solches scheint mir das von Mendelejeff aufgestellte System, in welchem die Elemente in einer einzigen fortlaufenden Serie einander folgen, bezeichnet werden zu können.

**) In der oben citirten Abhandlung sind die Elemente auf drei concentrischen Kreisen vertheilt.

Elemente an, mit dem wichtigen Unterschiede, dass zwischen den negativen und positiven eine intermediäre Abtheilung vorkommt, die indifferenten oder neutralen Elemente, welche sowohl in qualitativer wie in quantitativer chemischer Hinsicht eine gleich natürliche Gruppe von Elementen wie die beiden anderen bilden, obgleich die eine Hälfte der indifferenten Serien aus schwach negativen, die andere aus schwach positiven Elementen besteht, wodurch sie einen Uebergang von den negativen zu den positiven Elementarserien bilden. Sie zeigen im Allgemeinen eine grössere chemische Trägheit oder Indifferenz als die positiven und negativen Elemente, welches sich z. B. darin zeigt, dass sie sowohl in gediegenem Zustande (die edlen Metalle) als auch in ihren Verbindungen in der Natur (die Edelsteine) eine grössere Beständigkeit als andere Elemente haben.

Dass übrigens dieses System ein natürliches genannt werden kann, zeigt sich daraus, dass die verwandten Mineralien neben einander in den einzelnen Serien zu stehen kommen, und weiter in quantitativer Beziehung darin, dass die sechs Abtheilungen (A.I und II, B.I und II, C.I und II) in Hinsicht der Atomgewichte und meistentheils auch der Atomvolumina (die Quotienten der Atom- und specifischen Gewichte) analoge Reihen bilden, indem diese Zahlen von einem Minimum an den beiden Enden der Reihe zu einem Maximum in der Mitte fortgehen, also im Ganzen eine Periodicität von abwechselnden Minima und Maxima zeigen, wobei zu bemerken ist, dass die schweren Metalle (Serie I) ein relativ grösseres Atomgewicht und kleineres Atomvolumen, als die entsprechenden Elemente der Serie II haben. Die Dreitheilung, welche also im Grossen und Ganzen eine natürliche genannt werden kann, zeigt sich noch weiter im Einzelnen: so z. B. kann man die Reihe A.II in drei Unterabtheilungen theilen 1) *Fl*, *Cl*, *Br*, 2) *Te*, *Se*, *S*, 3) *P*, und ebenso die Reihe C.II in drei entsprechende Abtheilungen 1) *Li*, *Na*, *Ka*, *Rb*, *Cs*, 2) *Ba*, *Sr*, *Ca*, 3) *Mg*, wobei jedoch bemerkt werden kann, dass zwei von diesen Unterabtheilungen einander näher stehen, wie ja auch die grossen Abtheilungen der indifferenten und positiven Elemente einander näher stehen und zusammen einen Gegensatz zu denen der negativen Elemente bilden.

Aber die Dreitheilung geht noch weiter, indem die Elemente, wie schon Döbereiner (Pogg. Ann. 1829, 15) bemerkt hat, sich je drei und drei zu natürlichen Triasgruppen zusammenstellen lassen. Solche »Triaden« bilden: *Li*, *Na*, *Ka*; *Ka*, *Rb*, *Cs*; *Ba*, *Sr*, *Ca*; *Be*, *Al*, *Sc*; *La*, *Ce*, *Di*; *Zr*, *Si*, *C*; *S*, *Se*, *Te*; *Cl*, *Br*, *J*; und unter den schweren Metallen: *Fe*, *Ni*, *Co*; *Pd*, *Rh*, *Ru*; *Pt*, *Ir*, *Os*; *Bi*, *Sb*, *As*; *Cr*, *Mo*, *W*; *V*, *Nb*, *Ta*. Auch in diesen Triasgruppen stehen zwei Elemente einander näher, so z. B. *Ni* und *Co*, *Sb* und *As*; *Nb* und *Ta*. Eine andere Analogie in quantitativer Beziehung zeigen die Triaden der leichten Metalle und der Metalloide unter einander, indem die Atomzahl des in Hinsicht des Atomgewichtes zwischen den beiden anderen

stehenden Elementes die Mittelzahl von diesen bildet, oder mit anderen Worten: die Summe der Atomgewichte dieser beiden ist gleich der doppelten des Atomgewichtes des dritten, welches zuweilen erst als solches eine ganze Zahl bildet, so z. B. *Rb* (85,5), *Sr* (87,5), *Se* (79,5).

Eine Ausnahme der übrigens grossen Analogie zwischen den zwei Partialserien A und B der Serie II machen die Halogene, welche nur vier, während die entsprechenden Alkalimetalle fünf sind. Man wird dadurch zu der Hypothese geführt, dass ein noch nicht entdecktes, am nächsten dem Fluor sich anschliessendes negatives Element vorkommt, welches mit *Fl* (19) und *Cl* (35) eine Triade bildet, und dessen Atomgewicht also = 3 gesetzt werden kann (3 + 35 = 2 · 19). Aber dieses Element weist auf zwei andere hin, deren Atomgewichte nach dem triadischen Zahlengesetze resp. 2 und 1 sind, von welchen das letztere das des positiven Wasserstoffes ist, das andere (2) also als das indifferente Glied dieser hypothetischen Elementartriade (1, 2, 3) zu betrachten ist. Dass übrigens Elemente aus verschiedenen Serien mit einander Triaden bilden, zeigt z. B. die Triade *P* (31), *As* (75), *Sb* (120), indem 31 + 120 = 2 · 75,5 ist.

Zu diesen drei Elementen mit den kleinsten Atomgewichten, welche ich deshalb als die eigentlichen Urelemente bezeichnen möchte, kommt man auch, wenn man die Atomzahlen der Elemente in ihre einfachsten Theile auflöst, wie folgende Zusammenstellung einiger Elementarreihen anzeigt, welche zum Theil eine Analogie mit den organischen Kohlenwasserstoffradicalen zeigen, und wie diese als homologe Serien bezeichnet werden können.

| Positive Elemente. | Negative Elemente. |
|---|---|
| $Li = 6 \cdot 1 + 1 = 7$ | $Fl = 6 \cdot 3 + 1 = 19$ |
| $Na = 6 \cdot 1 + 1 + 8 \cdot 2 = 23$ | $Cl = 6 \cdot 3 + 1 + 8 \cdot 2 = 35[35,4]$*) |
| $Ka = 6 \cdot 1 + 1 + 2(8 \cdot 2) = 39$ | $Br = 6 \cdot 3 + 1 + 4(8 \cdot 2) = 83[79,8]$ |
| $Rb = 6 \cdot 1 + 1 + 5(8 \cdot 2) = 87[85,5]$*) | $J = 6 \cdot 3 + 1 + 7(8 \cdot 2) = 131[126,5]$ |
| $Cs = 6 \cdot 1 + 1 + 8(8 \cdot 2) = 135[133]$ | |
| $Ba = 6 \cdot 1 + 2 + 8(8 \cdot 2) = 136[137]$ | $Te = 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 7(8 \cdot 2) = 128$ |
| $Sr = 6 \cdot 1 + 2 + 5(8 \cdot 2) = 88[87,5]$ | $Se = 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 4(8 \cdot 2) = 80[79,5]$ |
| $Ca = 6 \cdot 1 + 2 + 2(8 \cdot 2) = 40$ | $S = 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 + 8 \cdot 2 = 32$ |
| $Mg = 6 \cdot 1 + 2 + 8 \cdot 2 = 24$ | $(O = 4 \cdot 3 + 2 \cdot 2 = 8 \cdot 2 = 16)$ |

*) Die zwischen Klammern gestellten Zahlen sind die empirisch gefundenen Atomgewichte, welche für einige Elemente mit grösserem Atomgewichte sich etwas von den theoretischen Zahlen unterscheiden, wobei jedoch bemerkt werden kann, dass diese besser als die empirischen mit dem oben angeführten triadischen Gesetze übereinstimmen; so ist z. B. für die Triade *Cl*, *Br*, *J*: 35 + 131 = 2 · 83, während 35,4 + 126,5 = 2 · 80,95 ist.

| | |
|---|---|
| $Mn = 6 \cdot 1 + 1 + 3(8 \cdot 2) = 55$ | $V = 6 \cdot 3 + 1 + 2(8 \cdot 2) = 51$ |
| $Fe = 6 \cdot 1 + 2 + 3(8 \cdot 2) = 56$ | $Cr = 6 \cdot 3 + 2 + 2(8 \cdot 2) = 82$ |
| $Zn = 6 \cdot 1 + 3 + 4(7 \cdot 2) = 65$ | $As = 4 \cdot 3 + 3 + 4(7 \cdot 2) = 75$ |
| $Cu = 6 \cdot 2 + 3 + 3(8 \cdot 2) = 63$ | $P = 4 \cdot 3 + 3 + 8 \cdot 2 = 31$ |

**Indifferente Elemente.**

| | |
|---|---|
| $Be = 6 \cdot 1 + 3 = 9$ | $B = 4 \cdot 2 + 3 = 11$ |
| $Al = 6 \cdot 2 + 1 + 7 \cdot 2 = 27$ [27,3] | $C = 4 \cdot 3\ (= 6 \cdot 2) = 12$ |
| ($N = 6 \cdot 2 + 2 = 7 \cdot 2 = 14$) | $Si = 6 \cdot 2 + 8 \cdot 2 = 28$ |
| $Au = 6 \cdot 2 + 2 + 13(7 \cdot 2) = 196$ | $Ti = 3 \cdot 2 + 2 + 3(7 \cdot 2) = 50$ |
| $Pt = 6 \cdot 2 + 13(7 \cdot 2) = 194$ | $Sn = 3 \cdot 2 + 8(7 \cdot 2) = 118$ |

Die meisten von diesen Elementen zeigen nun eine solche Anzahl von den Urelementen (1, 2, 3), dass diese sich auf einem oktaëdrischen Raume vertheilen lassen, nämlich sechs Atomzahlen von 1 für die positiven Elemente, von 2 für die indifferenten Elemente nebst einem Theil der positiven Metalle, und von 3 für die negativen Elemente; diese sechs Uratome bilden, wenn sie auf gleiche Abstände von einander gedacht werden, die Eckpunkte eines oktaëdrischen Raumes, in dessen Mitte das 7. Urelement (1, 2 oder 3) als Central- oder Kernatom gedacht werden kann; und auf den Oktaëderflächen können die übrigen $m \cdot 8(2)$ resp. $m \cdot 7(2)$ Atomzahlen (Multipla von den Atomgewichten des Sauerstoffes und Stickstoffes) vertheilt werden, ohne dass die oktaëdrische Form dadurch verändert wird, welches die Isomorphie der homologen Reihe erklärt; nur das Atomvolumen wird dadurch im Allgemeinen vergrössert. Hierdurch erklärt sich nun auch das von Newlands sogenannte Octavengesetz (Law of octaves) und das von Mendelejeff als »periodisches« Gesetz bezeichnete constante Wiederauftreten verwandter Elemente in der von ihm aufgestellten, nach den Atomgewichten fortlaufenden Elementarserie.

Auch die Atomzahlen der nicht regulären Elemente, z. B. die des rhombischen Schwefels, des rhomboëdrischen Arsens, des tetragonalen Zinns lassen sich, wie ich in früheren Abhandlungen gezeigt habe, in Uebereinstimmung mit den Formen dieser Elemente bringen. Da indessen diese Elemente von weniger Bedeutung für die Silicate sind, gehe ich hier nicht weiter in eine Betrachtung ihrer atomistischen Constitution ein.

Auch ist es unnöthig hier in eine nähere Betrachtung über die eigentliche Natur der drei Uratome einzugehen. Ich beschränke mich anzuführen, dass ich sie als Kraftcentra oder Kraftpunkte (Dynamiden) betrachte, von Aethersphären umgeben, welche sie zusammenzufallen verhindern und welche wahrscheinlich in umgekehrtem Verhältnisse zu ihren Atomgewichten stehen, so dass die elektro-positive Dynamide (1) einen Ueberschuss, die negative (3) einen relativen Mangel an elektrisch-ätherischem Substrat hat, in Uebereinstimmung mit der von Edlund aufgestellten elektrischen

Theorie, nach welcher die elektro-positiven und -negativen Gegensätze auf einen relativen Ueberschuss und Mangel an elektrischem Aether beruhen. Weiter kann man sich vorstellen, dass die Dynamide 1 einen Punkt, 2 zwei Punkte oder eine Linie, 3 drei Punkte oder eine dreieckige Fläche bildet. Keine von den drei Dynamiden kann also allein einen Raum bilden, und die kleinste Anzahl raumbildender Dynamiden derselben Art ist vier, wodurch ein tetraëdrischer Raum entsteht. Einen solchen hat man für das vieratomige Kohlenstoffatom $(4 \cdot 3)$ anzunehmen, indem die vier Dynamiden (3) einen Raum von vier gleichseitigen Dreiecken, also ein reguläres Tetraëder bilden, eine Ansicht, welche sich der neuesten Theorie (von van't Hoff und Wislicenus) der organischen Chemie anschliesst.

Wie man nun durch diese Elementartheorie eine Erklärung der Atomgewichte und ihrer gegenseitigen Verhältnisse erhält, so kommt man auch dadurch zu einer einfachen Erklärung der verschiedenen chemischen Werthe der Atome. Wie man aus obiger Zusammenstellung sieht, haben die einatomigen positiven und negativen Elemente die Dynamide 1, die zweiatomigen 2, und die dreiatomigen (*B*, *P*, *As*) 3 als Centraldynamide; und man kann deshalb annehmen, dass dieses Kernatom den ganzen oktaëdrischen oder quasi-oktaëdrischen Dynamidencomplex zwingt, mit resp. einer Ecke, einer Kante oder einer Fläche, d. h. mit 1, 2 oder 3 Dynamiden anzugreifen. Aber auch die auf den Flächen des Dynamidencomplexes vertheilten indifferenten Dynamiden (2) können wahrscheinlich einen richtenden Einfluss auf den ganzen Complex ausüben, welches die Ausnahmen und Unregelmässigkeiten der angenommenen Atomwerthe erklärt.

Die meisten Elementaratome scheinen Dynamidencomplexe mit Centraldynamiden zu sein. Zu den wenigen, für welche man kein solches Kernatom anzunehmen hat, gehören *C* und *Si*; und hierdurch erklärt sich die grössere Freiheit und Mannigfaltigkeit, welche diese Elemente in ihren Verbindungsverhältnissen zeigen: die grössere chemische Trägheit oder Indifferenz des Siliciums im Vergleich zum Kohlenstoff erklärt sich durch die acht indifferenten Dynamiden (2) des vorigen, welche einen oktaëdrischen Dynamidencomplex bedingen; die sechs Eckendynamiden dieses letzteren müssen so vertheilt gedacht werden, dass drei Kraftpunkte den abwechselnden (tetraëdrischen) Flächen des oktaëdrischen Complexes entsprechen, wodurch eine Analogie mit dem tetraëdrischen Kohlenstoffatom entsteht.

Schwieriger als die atomistische Constitution des Kohlenstoffes und Siliciums ist die des Aluminiums zu bestimmen, schon deswegen, weil das Atomgewicht des letzteren nicht so sicher bestimmt ist wie das der vorigen, indem die Angaben für das Atomgewicht des Aluminiums zwischen 27 und 27,5 wechseln. Wenn man diese letztere Zahl annimmt und zugleich berücksichtigt, dass Aluminium gewöhnlich als Doppelatom ($Al_2$) auftritt, könnte man $Al_2 = 2(6 \cdot 2 + 7 \cdot 2) + 3 = 2 \cdot 27{,}5$ setzen, d. h. als zwei durch

die Dynamide 3 als Kernatom vereinigte, mit dem Siliciumatom analoge oktaëdrische Dynamidencomplexe, jedoch mit dem Unterschiede, dass nur sieben Oktaëderflächen von den intermediären Dynamiden (2) eingenommen sind; die achte, für die zwei vereinigten Atomcomplexe gemeinsame Oktaëderfläche wird an deren Stelle von dem Kernatome (3) eingenommen. Hierdurch geht die reguläre Form der einzelnen Complexe in eine rhomboëdrische Form des Doppelcomplexes über. Solche hexagonale oder quasihexagonale Doppelatomcomplexe hat man auch für andere Elemente anzunehmen, welche wie *Zn*, *Cu*, *As*, *P* die Dynamide 3 als Kerndynamide haben oder $m \cdot 7(2)$ als Flächendynamide, in welchem letzteren Falle die einfachen Atomcomplexe als hemimorph-rhomboëdrisch bezeichnet werden können. Auch die Elemente, welche wie z. B. *Mn* und *Fe* eine solche Anzahl Flächendynamiden haben, dass auf jede Oktaëderfläche $3 \cdot 2$ Dynamiden kommen, können rhomboëdrische Doppelatome ($R_2$) und rhomboëdrische Oxyde ($R_2O_3$) bilden.

Ein rhomboëdrischer Atomcomplex kann auch dadurch zu Stande kommen, dass drei zweiatomige Dynamidencomplexe sich mit ihren Kanten so zusammenlegen, dass drei Oktaëderflächen in eine Ebene (den basischen Flächen des ganzen Complexes entsprechend) zusammenfallen. Ein solcher Complex ist für $Mg_3$ und $Be_3$ anzunehmen, wodurch sie mit $Al_2$ krystallochemisch äquivalent werden. In Uebereinstimmung hiermit scheint auch $O_3$ (Ozon) aus drei mit einander zu einem hexagonalen Tripelmolekül vereinigten einzelnen Dynamidencomplexen zu bestehen, während der einzelne Dynamidencomplex von Sauerstoff wahrscheinlich mit der basischen Mittelebene des rhombischen Schwefelatomcomplexes (siehe unten) analog ist. Mit Rücksicht hierauf kann das Wasser in seiner hexagonalen Form $= 3(H_2O)$ angenommen werden.

Die allotropischen Modificationen der Elemente erklären sich also in diesen Fällen als eine Polymerie. Für andere z. B. die des Kohlenstoffes (Diamant und Graphit) muss man wohl mit Rücksicht auf ihre ganz verschiedenen Charaktere eine wirkliche Isomerie voraussetzen, d. h. eine verschiedene Lagerung innerhalb des Dynamidencomplexes: so kann man das Atom oder Molekül des tetraëdrischen, nichtmetallischen Diamants als bestehend aus vier negativen Dynamiden (3), das des metallischen klinohexagonalen Graphits aus sechs indifferenten Dynamiden (2) betrachten, zu einem rhomboëdrischen Complex vereinigt, wobei wahrscheinlich mit Hinsicht der glimmerartigen Spaltbarkeit zwei oder drei solche chemischen Moleküle zu einem in der Hauptaxe verlängerten physikalischen Moleküle, analog mit der des Biotits, verbunden sind.

Wie nun die drei Dynamiden oder Uratome sich zu Dynamidencomplexen oder Elementaratomen zusammensetzen, so verbinden sich diese letzteren weiter zu zusammengesetzten Atomcomplexen oder Molekülen; und

je nachdem die ähnlichen, meistens regulären Elementaratome in paralleler oder nichtparalleler Stellung zu einander stehen, erhält auch das so zusammengesetzte Molekül eine reguläre oder nichtreguläre, weniger symmetrische, aber gewöhnlich mehr oder weniger der regulären sich nähernde Form. In letzterem Falle können die oktaëdrischen Dynamidencomplexe drei verschiedene Hauptstellungen zu einander annehmen, welche man als tetragonale, rhombische und hexagonale unterscheiden kann, je nachdem eine quaternäre Axe (oktaëdrische Eckenaxe), binäre (oktaëdr. Kantenaxe) oder ternäre Axe (oktaëdr. Flächenaxe) aufrecht steht oder im Allgemeinen dieselbe Richtung einnimmt. Zu diesen kommen weiter noch schiefe (mono- oder trikline) Stellungen. Diese verschiedenen gegenseitigen Stellungen beruhen auf der Lage der einzelnen Dynamidencomplexe zu dem Schwerpunkte oder Centrum des ganzen molekularen Kraftsystems, und jene Lage auf den verschiedenen ein-, zwei- oder dreizähligen Angriffspunkten des Complexes (Eckkanten- oder Flächenstellung).

Die einzelnen Kräfte eines solchen Kraftsystems halten einander das Gleichgewicht wie die Kräfte eines sogenannten mathematischen Hebels, d. h. die molekularen Kräfte verhalten sich umgekehrt wie ihre Abstände vom Centrum des Kraftsystems. Diese Abstände sind durch die Normalen der Richtungen der Kräfte, d. h. die Normalen der Grund- oder Hauptflächen des Krystalles repräsentirt; und die Kräfte können also durch die reciproken Werthe dieser Normalen ausgedrückt werden. Dieser auf deductivem Wege hergeleitete Satz steht mit dem oben (Abtheil. I) angeführten empirischen Gesetze über das Verhältniss der Molekularattraction und der Flächennormalen in Uebereinstimmung.

Ich habe nun die Werthe der Normalen der Grundflächen von einer grossen Anzahl krystallisirter Mineralien aus ihren Axenelementen berechnet und dabei gefunden, dass sie in demselben Verhältnisse zu einander stehen wie das der drei Urelemente, d. h. wie die Zahlen 1 : 2 : 3, wie folgende Beispiele zeigen. Ueber die Bezeichnungsweise der Normalen und ihrer reciproken Werthe siehe weiter unten.

Orthoklas $a:b:c = 0,6585 : 1 : 0,556;\ \beta = 63^0\,57'$.

$b^1(010) = 1$ $\qquad b_1 = 1$

$ab^1(110) = \sin 30^0\,36' = 0,509;$ $\qquad ab_1 = 1,965$

$\bar{a}c^1(\bar{1}01) = c \sin 65^0\,46' = 0,506;$ $\qquad \bar{a}c_1 = 1,976$

$c^1(001) = c \sin 63\;57 = 0,499;$ $\qquad c_1 = 2,004.$

Skapolith $ab^1 = \sin 45^0 = 0,7071;$ $\qquad ab_1 = 1,414\ (1)$

$abc^1(111) = ab^1 \sin 31^0\,51' = 0,3647;$ $\qquad abc_1 = 2,742\ (1,94).$

Epidot $c^1 = c \sin 64^0\,36' = 1,631;$ $\qquad c_1 = 0,6131\ (1)$

$ab^1 = \sin 55^0 = 0,819;$ $\qquad ab_1 = 1,221\ (1,991)$

$\bar{a}bc^1(\bar{1}11) = \sin 54^0\,47' = 0,817;$ $\qquad abc_1 = 1,224\ (1,996).$

Pyroxen $ab^1 = \sin 46^0 27' = 0,7248$; $ab_1 = 1,377$ (2)
$\bar{a}bc^1 = \sin 29^0 36' = 0,4939$; $\bar{a}bc_1 = 2,024$ (2,94).

Barytocalcit $a : b : c = 0,974 : 1 : 0,847$; $\beta = 69^0 30'$;
$a^1(100) = a \sin 69^0 32' = 0,9123$; $a_1 = 1,096$ (2)
$\bar{a}bc^1 = \sin 36^0 32' = 0,5953$; $\bar{a}bc_1 = 1,680$ (3,065).

Tantalit $a^9b^4 = \sin 61^0 27' = 0,8784$; $a_4b_9(490) = 1,138$ (1)
$abc^1 = \sin 27^0 = 0,454$; $abc_1 = 2,203$ (1,94).

Libethenit $c^1 = 1,702$; $c_1 = 1,425$ (1)
$ab^1 = \sin 43^0 50' = 0,6926$; $ab_1 = 1,444$ (1,013).

Baryt $c^1 = 1,3127$; $c_1 = 0,7616$ (1)
$ab^1 = \sin 39^0 10' = 0,6316$; $ab_1 = 1,583$ (2,079).

Markasit $c^1 = 1,1845$; $c_1 = 0,8442$ (1)
$ab^1 = \sin 36^0 57' = 0,6011$; $ab_1 = 1,663$ (1,970).

Schwefel $c^1 = 1,9039$; $c_1 = 0,5252$ (1)
$ab^1 = \sin 39^0 1' = 0,6296$; $ab_1 = 1,588$ (3,024).

Wie natürlich ist, können diese Werthe nur annäherungsweise dem Zahlenverhältnisse 1 : 2 : 3 gleich sein; sie sind nicht rationale, sondern wie die Axenwerthe irrationale Zahlen, und entsprechen nicht nur den Abständen der Atome in dem Moleküle, sondern auch dem der Moleküle unter einander, welche letzteren nicht nur von den vorigen, sondern auch von der Temperatur bedingt sind. Aber sie entsprechen dann so viel mehr dem aus den Atomgewichten deducirten Verhältnisse der Atomkräfte; denn die Atomgewichte können gleichfalls nicht absolut genau durch rationale Zahlen ausgedrückt werden, weil nach den äusserst genauen Untersuchungen von Stas die Atomgewichte nicht rationale Zahlen sind, obgleich sie, wie Stas bemerkt, so nahe einfachen ganzen Zahlen oder Zahlen mit einfachen Brüchen liegen, dass man sie bei gewöhnlichen praktischen chemischen Arbeiten als solche betrachten kann. Aber aus demselben Grunde kann man sie auch bei theoretischen Speculationen als solche annehmen, da es hier weder möglich, noch nöthig ist, eine absolut genaue, sondern nur eine approximative Uebereinstimmung zwischen den theoretischen und empirischen Zahlen zu erhalten. Die Prout'sche Hypothese, dass die Atomgewichte Multipla der Atomgewichte des Wasserstoffes wären, kann jedenfalls unter solchen Bedingungen als richtig angesehen werden. — Auch theoretisch kommt man zu der Ansicht, dass die Atomgewichte irrational sein müssen, da die Dynamiden, welche sie zusammensetzen, nicht als einander absolut gleich angenommen werden können.

Ich betrachte aus diesem Grunde die reciproken Werthe der Normalen der Flächen der Grundform eines Krystalles als approximative Ausdrücke der Atomkräfte, als »Atommeter«, um einen schon von Heinrichs und

Schrauf für ähnliche lineare Atommasse angewendeten Namen zu benutzen (siehe Schrauf, Vergl. morphol. Studien: Ueber die axiale Lagerung der Atome in Krystallen; diese Zeitschr. **9**, 265). — Dass die Atomkräfte der Elementaratome durch die Zahlenverhältnisse 1 : 2 : 3 ausgedrückt werden können, zeigt sich aus oben angeführter Zusammenstellung der Atomgewichte der Elemente, sowohl wenn man die einzelnen, an den Ecken resp. Kanten angreifenden Dynamiden 1, 2, 3, wie auch wenn man den Dynamidencomplex im Ganzen berücksichtigt, wobei jedoch nur der constante Theil desselben oder die formbildenden Dynamiden in Betracht kommen, da die Flächendynamiden (2) nicht wie diese nach aussen wirken und also als sowohl krystallographisch wie chemisch indifferent bezeichnet werden können. Zieht man also nur die formbildenden Dynamiden in Betracht, so kommt man zum Verhältnisse 6 : 12 : 18 = 1 : 2 : 3.

Zur Erläuterung dieser Vergleichung zwischen Atomkräften und den Flächennormalen der Grundform eines Krystalles mögen hier einige der oben angeführten Mineralien dienen. Wie man aus obiger Zusammenstellung sieht, verhalten sich die reciproken Werthe der Normalen des Prismas $ab$) und der basischen Fläche ($c$) bei dem rhombischen Schwefel, wenn man die vorherrschende Pyramide ($P$) als Grundpyramide betrachtet, wie die Zahlen 3 : 1, was zu der Annahme führt, dass die vier negativen Dynamiden (3) den vier Prismen-Normalen resp. -Flächen, die vier positiven Dynamiden (1) den zwei basischen Normalen resp. Flächen, und die acht indifferenten Dynamiden den acht Pyramidenflächen entsprechen. Für den Baryt kommt man zu einem ähnlichen Grundmolekül (s. diese Zeitschr. **11**, 311), indem die krystallostatischen Kräfte oder atomistischen Constanten von $S$ zu den von $Ba$ sich wie 12 : 6 = 2 : 1 = $ab_1 : c_1$ verhalten, d. h. wie die reciproken Werthe der Normalen der Spaltungsflächen; und ebenso hat man für Markasit $S : Fe = 2 : 1 = ab_1 : c_1$, jedoch mit dem Unterschiede, dass das physikalische Molekül des Baryts ($= 4BaSO_3$) aus vier, das des Markasits ($FeS_2$) aus zwei chemischen Molekülen besteht, was krystallochemisch so ausgedrückt werden kann, dass das Barytmolekül aus vier quasi-triklinen, das Markasitmolekül aus zwei monoklinen Partialmolekülen zusammengesetzt ist.

Eine den vorigen analoge atomistische Constitution hat auch der rhombische Libethenit, mit dem Unterschiede, dass $ab_1$ und $c_1$ nahe gleich sind, in Uebereinstimmung damit, dass die krystallostatischen Kräfte von $Cu$ ($= 6 \cdot 2$) und $P$ ($= 4 \cdot 3$) gleich sind ($= 12$). Hiermit steht auch die chemische Zusammensetzung des Libethenits in Uebereinstimmung, wenn man die Formel desselben $= 2(Cu_2[HO]PO_4)$ schreibt, wobei $4Cu = 4\,ab$, $2P = 2c$ und das Hydroxyl $(HO)_2$ als Kern- oder Centralmolekül in dem Atomcomplex betrachtet werden kann. Mit Ausnahme des Kernmoleküls ist dieser Atomcomplex ähnlich dem des Andalusits (siehe Abth. III), mit welchem der Libethenit auch krystallographische Aehnlichkeit zeigt. Wie

das Molekül des Markasits kann auch das Molekül des Libethenits als bestehend aus zwei monoklinen Partialmolekülen betrachtet werden, wodurch die monokline Anomalie ihrer Krystalle erklärt wird.

Für Tantalit sind die reciproken Werthe der Flächennormalen der zwei vorherrschenden Formen, des Prismas $\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ und der Pyramide $P$ wie 2 : 1, welches dem Verhältnisse der atomistischen Constanten für $Fe (= 6)$ und $Ta$ resp. $Nb (= 12)$ entspricht; denn $Nb$ ist $= 4(3) + (2) + 5 \cdot 8(2) = 94$ und $Ta = 4(3) + (2) + 12 \cdot 7(2) = 182$. Hierbei ist zu bemerken, dass die Anzahl der Prismenflächen zu der der Pyramidenflächen sich wie die Anzahl der $Fe$- zu den $Ta_2$- und $Nb_2$-Atomen verhält. Möglich ist jedoch, dass das Tantalat und das Niobat nicht nur verschiedene, zu molekularen Verbindungen vereinigte Moleküle constituiren, sondern zum Theil auch in demselben Moleküle vorkommen kann, in welchem Falle dieses monoklinisch sein muss. In der That scheinen die Tantalitkrystalle aus Tammela wenigstens zum Theil monoklin zu sein, obgleich dieses wegen der unebenen Krystallflächen und der Undurchsichtigkeit der Krystalle nicht mit Bestimmtheit constatirt werden kann.

Bei dem Barytocalcit scheint das Verhältniss zwischen Flächennormalen und Atomkräften weniger einfach zu sein, als bei den vorigen Mineralien, indem das Verhältniss der reciproken Werthe der Flächennormalen der Grundpyramide und des Orthopinakoids (= 3 : 2) mit den atomistischen Constanten von $C$ und $Ca$ (resp. $Ba$) nur in dem Falle übereinstimmt, dass man zu den der letzteren die Kerndynamide (2) mitrechnet, denn dann ist 12 (für $C$) : 8 (für $Ca$ und $Ba$) = 3 : 2. Doch kann man diese scheinbare Ausnahme auch so erklären, dass, während die Elementaratome der Moleküle der erstgenannten Mineralien eine gleiche Stellung (Kantenstellung) haben, sie in dem Grundmolekül des Barytocalcits eine verschiedene Stellung zu den resp. Flächennormalen einnehmen, nämlich das $C$-Atom eine Flächen-, $Ca$ resp. $Ba$ eine Kantenstellung, jenes also mit drei, dieses mit zwei Dynamiden angreifend (siehe hierüber weiter unten bei dem analog constituirten Pyroxen *).

Dass die reciproken Werthe der Normalen der Grundflächen als Ausdrücke für die molekularen Atomkräfte betrachtet werden können, zeigt sich auch dadurch, dass, wenn man diese Werthe, wie es in der Statik geschieht, durch Linien veranschaulicht, und Kräfteparallelogramme resp. -Parallelipipeda mit diesen construirt, man aus jenen Grundkräften zu resultirenden Kräften kommen kann, durch die Diagonale ausgedrückt, welche

*) Bemerkt werden kann hier, dass diese Vergleichungen zwischen Atomkräften und den Normalen der Grundflächen nur als erster provisorischer Versuch zu betrachten sind. Doch scheint mir schon daraus hervorzugehen, dass eine Beziehung in dieser Hinsicht wirklich existirt und durch weitere vielseitigere Vergleichungen näher begründet werden kann.

zu den secundären Flächen normal stehen. Hierbei hat man zwei Hauptfälle zu unterscheiden, je nachdem die Grundflächen rechtwinklig gegen einander stehen (pinakoidale Ausbildung) oder schiefwinklig (prismatische Ausbildung). In jenem Falle kommt man, wenn man die Atomkräfte oder die reciproken Werthe der Normalen der pinakoidalen Grundflächen mit den Symbolen $a, b, c$ bezeichnet, durch fortgesetzte Zusammensetzungen zu denjenigen der secundären Flächen: $ab$, $a_2b$, $a_3b$ etc., $ab_2$, $ab_3$ etc. in der Zone $a - b$, $ac$, $a_2c$, $a_3c$ in der Zone $a - c$ etc. und weiter zu $abc$, $a_2bc$, $ab_2c$ etc. in den pyramidalen Zonen; diese Flächenfolge ist die von Frankenheim (Pogg. Ann. 1856, 97) sogenannte »normale«. Wenn aber die Prismenflächen Grundflächen sind, wie z. B. bei Orthoklas, Pyroxen, Amphibol, dann ist die Ausbildung prismatisch und die Flächenfolge »anomal«: $ab$, $a_3b$, $a_5b$ ..... $ab_3$, $ab_5$ etc., indem $ab + \bar{a}b = b_2$, $ab + b_2 = ab_3$, $ab_3 + b_2 = ab_5$ etc. Hierbei ist zu bemerken, dass, wie schon oben angedeutet worden ist, die physikalischen Moleküle eine verschiedene Ausbildung haben können, als die von ihnen zusammengesetzten Krystallmoleküle, wie es z. B. mit dem Baryt der Fall zu sein scheint, welcher, obgleich sein physikalisches Grundmolekül nach obiger Deduction prismatisch ausgebildet ist, doch eine normale Flächenfolge in der Prismenzone zeigt.

Die genannten, den reciproken Werthen der Flächennormalen entsprechenden dynamischen Symbole, wie man sie bezeichnen könnte, sind in formeller Beziehung nichts anderes, als die Miller'schen Indicesformeln mit zugesetzten Axenbezeichnungen und Weglassen des Axenzeichens, dessen Index $= 0$. Wenn man die reciproken Werthe der Indices in diesen dynamischen Formeln nimmt, so kommt man zu den Normalensymbolen, welche den Parameterformeln mit Weglassung des Axenzeichens mit dem Parameter $= \infty$ gleich sind. Man könnte diese auch Molekularformeln nennen, da man auch zu ihnen kommt, wenn man sich die Moleküle in den resp. Molekularrichtungen in gleicher oder ungleicher Anzahl verbunden denkt, so z. B. $ab^1$, $ab^2$, $ab^3$ etc., $a^2b$, $a^3b$ in der Zone $a - b$, $ac^1$, $ac^2$, $ac^3$ in $a - c$ u. s. w.; zum Unterschiede von den vorigen Formeln schreibe ich nämlich die Parameterzahlen rechts oben an die Buchstaben $a, b, c$, welche hier die resp. Hauptrichtungen bedeuten. Wie man die Normalen als Ausdrücke für die entsprechenden Flächen anwenden kann, so kann man auch diese Normalensymbole an Stelle der gewöhnlichen Parameterformeln anwenden, da sie für die allgemeiner vorkommenden Formen einfacher als diese sind, und übrigens leicht in sie übergeführt werden können.

Wie man nun für die Grundmoleküle der Elemente oder ihrer Dynamidencomplexe drei, in Hinsicht ihrer gegenwärtigen Lage und Wirksamkeit verschiedene Arten von Dynamiden anzunehmen hat, nämlich 1) die formbildenden, nach aussen wirkenden Dynamiden, 2) die zwischen ihnen

stehenden und sie verbindenden Dynamiden, und 3) die Kerndynamiden, von welchen die zwei letzteren bisweilen vermisst werden können, so haben wir auch in den von den Elementaratomen gebildeten Grundmolekülen der Silicate und übrigen Mineralien drei verschiedene Arten von Elementarbestandtheilen anzunehmen, nämlich die formbildenden positiven und indifferenten Elemente, die diese verbindenden Sauerstoffatome und schliesslich Kern- oder Centralatome resp. Moleküle, zu welchen letzteren vorzugsweise *Fl* resp. *Cl* geeignet scheinen, vielleicht auf Grund ihrer zur Verbindung der Atome und Moleküle geeigneten Eckendynamide (3), welche nach oben dargestellter Theorie auch in dem Sauerstoffatome und also auch in dem als Kernmolekül auftretenden Hydroxyl vorkommt. Hinsichtlich der Kernatome oder Kernmoleküle haben wir Moleküle resp. Molekularcomplexe oder zusammengesetzte Moleküle mit oder ohne Kernmoleküle zu unterscheiden.

Hier können wir nun schon etwas näher die anomalen Molekularzustände als beruhend auf einer kleinen Aenderung der gegenseitigen Stellung der Elementaratome annehmen, welches eine entsprechende Aenderung der auf diesen Atomstellungen beruhenden Richtungen der molekularen Kräfte, d. h. der Grundflächen des Krystalles zur Folge hat. — Man kann hierbei annehmen, dass die Atome und Moleküle durch elektromagnetische Ströme mit einander verbunden sind, durch den elektrischen Gegensatz der positiven und negativen Dynamiden resp. Atome entstanden. Die Krystallmoleküle können also als kleine Ampère'sche Solenoide betrachtet werden, indem die Krystallisationskraft als eine molekulare magnetische Kraft, und die chemische Affinität als eine elektrische Atomkraft bezeichnet werden kann. Aus den primären Strömen bilden sich durch Zusammensetzung intermediäre oder secundäre Ströme, und so entstehen neue Durchschnittspunkte resp. Attractionspunkte, wodurch die secundären Flächen gebildet werden.

## III.

Wenn nun die in Abth. I und II dargestellten krystallographischen und chemischen theoretischen Sätze in der Hauptsache richtig sind, muss man durch ihre Zusammenstellung zu krystallochemischen Structur- oder Constitutionsformeln kommen können, welche den empirischen Formeln entsprechen. Es ist dies in der That der Fall, was in dem Folgenden gezeigt werden soll. Wir haben hierbei zuerst die Molekularverhältnisse der Silicate der Feldspathgruppe zu betrachten und können dann von diesen ausgehend, oben (Abth. I) angeführter krystallographischer Molekulartheorie gemäss, zu denjenigen der übrigen Silicate gelangen.

Wie ich schon oben (Abth. II) angedeutet habe, zeigt der Orthoklas ein Verhältniss der reciproken Werthe der Normalen seiner Grundflächen

(001), (010), ($\bar{1}$01), (110), (1$\bar{1}$0), das dem zwischen den molekularen Atomkräften entspricht. Dass man diese Flächen als Grundflächen oder Flächen der Grundform, welche den Richtungen der molekularen Attractionskräfte entsprechen, betrachten kann, zeigt sich theils aus ihrer Spaltbarkeit, theils aus ihrem allgemeinen Vorkommen. Von diesen Flächen sind die des Domas ($P\infty$) und Prismas ($\infty P$) in dieser Hinsicht einander ähnlich, indem sie keine oder nur unvollkommene Spaltbarkeit zeigen, und zusammen die einfachste Form der aufgewachsenen Adularkrystalle bilden. Ich betrachte sie demnach als den sechs *Si*-Atomen und die zwei übrigen Flächenpaare von $0P$ und $\infty P\infty$ als den resp. $Al_2$ und $Ka_2$ entsprechend; eine Annahme, wozu auch eine Vergleichung der krystallostatischen Atomzahlen von Silicium, Aluminium und Kalium (12 : 12 : 6) mit den reciproken Werthen der Normalen der genannten Flächen (110), ($\bar{1}$01), (001) und (010) = 2 : 2 : 1 führt. Man kommt so zu nebenstehender krystallochemischer Structurformel für diese Feldspathart.

Fig. 1.

Orthoklas: $Ka_2Al_2Si_6O_{16}$.

In dieser krystallochemischen Structurformel des Orthoklases, dessen allgemeine Form der der Aetzfiguren auf der basischen Fläche ähnlich ist, verbinden die Sauerstoffatome die übrigen mit einander und verhalten sich also den indifferenten Dynamiden (2) in den elementaren Dynamidencomplexen ähnlich, indem sie keinen Einfluss auf die äussere Form des Moleküls ausüben, welche von den gegenseitigen Stellungen der oktaëdrischen *Si*-, *Al*- und *Ka*-Atome bewirkt wird. Wenn man nämlich in Uebereinstimmung mit oben angeführter Elementartheorie annimmt, dass die *Si*- und *Al*-Atome mit ihren Kanten und die *Ka*-Atome mit ihren Ecken gegen das Centrum oder den Schwerpunkt des molekularen Kraftsystems gerichtet sind, können sie in solchen Stellungen zu einander gedacht werden, dass in der Zone der *c*-Axe (die hexagonale Zone) die *Si*-Oktaëder in hexagonaler, die *Ka*-Oktaëder in annäherungsweise tetragonaler Stellung, in der Zone *b*—*c* (die tetragonale Zone) die *Ka*- und *Al*-Atome in tetragonalen Stellungen und in der Zone der *b*-Axe (die rhombische Zone) die *Al*- und *Si*-Atome in rhombischen oder rhombisch-monoklinen Stellungen sind.

Wie man also durch diese krystallochemische Molekularformel eine Erklärung der allgemeinen krystallographischen Verhältnisse des Orthoklases erhalten kann, so kommt man auch dadurch zu einer Erklärung der chemischen. Nach dieser Formel ist das halbe Orthoklasmolekül, dessen Form Fig. 3 ähnlich ist, durch den orthodiagonalen Durchschnitt in zwei Theile getheilt: $Ka_2Al_2Si_2O_8$ und $Si_4O_8$, welche nur durch $O_2$ zusammen-

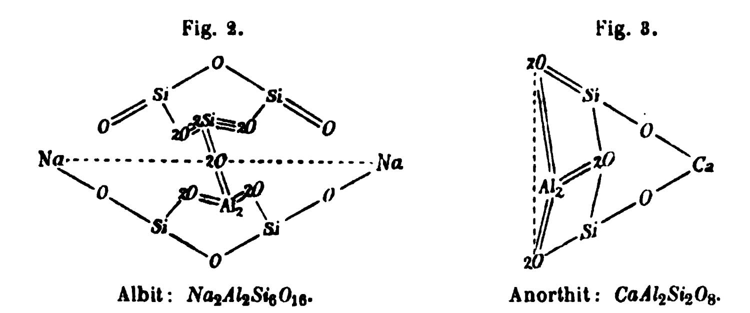
gehalten werden. Eine Spaltung dieses Moleküls in seine zwei Theile muss also leicht vor sich gehen, was auch, wie die Erfahrung lehrt, der Fall ist bei den gewöhnlichsten Metamorphosen des Orthoklases in Muscovit ($\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8$) und Kaolin ($H_2Al_2Si_2O_8$ + aq), wobei 4 $SiO_2$ frei werden. Hierbei werden die *Ka*-Atome, welche mit geringerer Kraft als die übrigen mit dem ganzen Complex zusammengehalten werden, zum Theil oder ganz durch andere gleichwerthige ersetzt. Auch das Verhältniss, dass die *b*-Fläche (*M*) leichter durch Aetzungsmittel oder durch Verwitterung angegriffen wird als die *c*-Axe (*P*), könnte aus dem verschiedenen chemischen Charakter der diesen Flächen entsprechenden Elemente erklärt werden.

Die $Al_2$-Atome und die 2 *Si*-Atome in der Zone *a*—*c* unterscheiden sich von einander nach obigen Annahmen der gegenseitigen molekularen Atomstellungen dadurch, dass die Aluminiumatome mit einer Fläche, die Siliciumatome mit einer Kante über, resp. neben einander stehen, doch so, dass in jedem Falle eine dodekaëdrische Symmetrieebene dieser Atome mit der Symmetrieebene des ganzen Moleküls zusammenfällt. Eine geringe Veränderung dieser symmetrischen Molekularanordnung in eine schiefe muss dann eine Veränderung des normalen Orthoklases in einen anomalen triklinen Zustand (Anorthoklas nach Rosenbusch) veranlassen. Solche Anorthoklase sind der von mir (diese Zeitschr. **8**, 203) unter dem Namen *KaNa*-Mikroklas bezeichnete Adularkrystall vom St. Gotthard, und weiter die von Förstner beobachteten anomalen *Na*-Orthoklase von Pantellaria, welche zum Theil durch Temperaturerhöhung wieder in den normalen Zustand sich zurückführen lassen. Die Anorthoklase enthalten jedoch in der Regel mehr oder weniger *Na*, so dass man glauben könnte, dass dieser die trikline Anomalie bewirke. Bei Mikroklin muss man aber die trikline Form der schiefen Stellung des *Al*-Atoms allein zuschreiben, welche jedoch weniger schief als in den Albit- und Anorthitmolekülen ist, in welchen wahrscheinlich auch die *Na*- und *Ca*-Oktaëder eine andere Stellung als das *Ka*-Oktaëder des *Ka*-Feldspaths einnehmen, nämlich eine Kantenstellung von ihren, von den letzteren verschiedenen Flächen- resp. Kerndynamiden bedingt; dadurch erklärt sich auch die Veränderung der Winkel in der Prismenzone.

Auf diesen verschiedenen Stellungen der Atome der *c*-, $\bar{a}c$- und *b*-Flächen kann man wohl auch annehmen, dass die verschiedenen Richtungen der optischen Elasticitätsflächen beruhen, indem die Auslöschungsrichtungen der resp. Flächen entweder parallel mit den Symmetrieebenen der diesen Flächen entsprechenden Elementaratome gehen, oder intermediäre, resultirende Stellungen zwischen diesen einnehmen. Ein näheres Eingehen auf diese Verhältnisse würde jedoch hier zu weit führen.

In Uebereinstimmung mit den oben (Abth. I) angeführten Verhältnissen zwischen den Grundformen des Alkali- und Calcium-Feldspaths und der

obigen Molekularformel des Orthoklases gemäss kommt man zu folgender Molekularformel für Albit und Anorthit:




Albit: $Na_2Al_2Si_6O_{16}$. Anorthit: $CaAl_2Si_2O_8$.

Das Molekularverhältniss zwischen Alkali- und Calciumfeldspath ist also wie 2 : 1, dem Atomverhältnisse $\overset{I}{R}_2 : \overset{II}{Ca}$ entsprechend. Dieses geht sowohl aus den oben (Abth. I) angeführten krystallographischen wie auch aus den chemischen und physikalischen Verhältnissen des Plagioklases hervor, wie folgende Zusammenstellung der Plagioklasarten zeigt, zu der ich durch eine Untersuchung einer grossen Menge, besonders finnischer Plagioklase gekommen bin.

| | | $SiO_2$ | Spec. Gew.: | Auslösch. auf *M* |
|---|---|---|---|---|
| Albit | $Na_2Al_2Si_6O_{16} = Ab_2$ | 68,62 % | 2,60 | + 20° |
| Oligoklas | $Ab_6An_1 = (Na_2, Ca)Al_2Si_5O_{14}$ | 64,78 | 2,63 | + 12 |
| | $Ab_4An_1$ | 63,26 | 2,64 | + 9 |
| | $Ab_3An_1$ | 61,90 | 2,65 | + 4 |
| Andesin | $Ab_2An_1 = (Na_2,Ca)Al_2Si_4O_{12}$ | 59,76 | 2,67 | — 3 |
| Labrador | $Ab_2An_2$ | 55,56 | 2,69 | — 16 |
| | $Ab_2An_3 = (Ca,Na_2)Al_2Si_3O_{10}$ | 52,93 | 2,70 | — 19 |
| | $Ab_2An_4$ | 51,25 | 2,71 | — 26 |
| | $Ab_2An_6$ (Bytownit) | 49,10 | 2,73 | — 29 |
| Anorthit | $CaAl_2Si_2O_8 = An_1$ | 43,07 | 2,76 | — 36 |

In rein chemischer Beziehung bilden die Plagioklasarten, wie auch andere grössere Silicatgruppen, homologe Reihen, denjenigen der organischen Verbindungen ähnlich, in krystallochemischer Hinsicht dagegen eine isomorphe Serie mit Andesin = $Ab_2An_1$ (nicht $Ab_2An_2$ oder $AbAn$) als Mittelglied; dieses geht daraus hervor, dass die Andesinvarietäten, welche sich zum Unterschiede von den gewöhnlich nicht krystallisirten Oligoklas- und Labradorvarietäten oft durch deutliche Krystallform auszeichnen, diese Zusammensetzung haben, oder sich derselben nähern, so z. B. folgende:

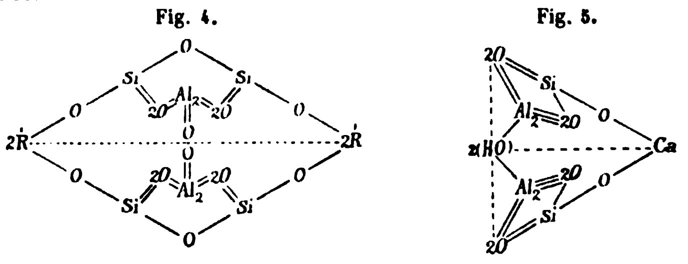
| | Spec. Gew.: | $SiO_2$ | |
|---|---|---|---|
| Andesin von Moss | 2,67 | 59,40 | (Dirvell) |
| - - Fréjus | 2,68 | 58,32 | (Rammelsberg) |
| - - St. Raphael | 2,678 | 58,48 | (Sipöcz) |
| - - Bodenmais | 2,666 | 59,22 | (v. Foullon) |
| - - l'Ardèche | 2,68 | 58,71 | (Damour) |
| - - Milltown | 2,672 | 58,38 | (Heddle) |
| - - Londorf | 2,66 | 59,87 | (Streng) |
| - - Mairus | 2,68 | 59,61 | (Klement) |
| - - Tammela | 2,67 | 58,39 | (Wiik) |
| - - Pargas | 2,67 | 59,59 | - |

Dieselbe Stellung wie Andesin in der *Na*, *Ca*-Plagioklasserie hat der Hyalophan $(Ka_2, Ba)Al_2Si_4O_{12}$ in der *Ka*, *Ba*-Orthoklasserie, in welchem also auch die zwei Grenzglieder in dem Molekularverhältnisse 2 : 1 zu einander stehen.

Dieses Molekularverhältniss (2 : 1), welches man in Uebereinstimmung mit dem analogen Atomverhältnisse $(\overset{I}{R}_2 : \overset{II}{R})$ als eine Aequivalenz zwischen 2 Mol. des Alkalisilicats und 1 Mol. des *Ca*- resp. *Ba*-Silicats betrachten kann, ist nicht eine nur in der Feldspathgruppe vorkommende Erscheinung, sondern eine allgemeine, wie ich in dem Folgenden zeigen werde.

Ein ähnliches Verhältniss kommt nun auch zwischen dem alkalihaltigen **Muscovit** (resp. **Paragonit**) und dem *Ca*-führenden **Margarit** vor, wie folgende Molekularformeln zeigen, auf obige krystallographischen und krystallochemischen Beziehungen zwischen den Feldspath- und Glimmergruppen gegründet.

Fig. 4. Fig. 5.




Muscovit: $2(\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8)$. Margarit: $2[(H_2Ca)Al_2SiO_6]$.

Diesen Formeln gemäss kann man das Muscovitmolekül betrachten als bestehend aus zwei zu einem rhombischen oder quasi-rhombischen Krystallmolekül vereinigten monosymmetrischen physikalischen Molekülen, jedes dem halben Orthoklasmolekül $(Ka_2Al_2Si_2O_8)$ ähnlich, und das des Margarits aus zwei hemiëdrisch-triklinen Molekülen, dem halben Anorthitmolekül $(CaAl_2SiO_6)$ ähnlich, zu einem hemimorphen monoklinen Molekül vereinigt, welches mit den Aetzfiguren und den krystallographischen resp.

krystalloptischen Eigenschaften des Muscovits, und so weit man es kennt, auch mit denen des Margarits in Uebereinstimmung steht.

Wenn man sich vorstellt, dass die $Al_2$-Atome in dem Muscovitmolekül dieselbe Stellung wie in dem des Orthoklases einnehmen, so entsprechen ihre Oktaëderflächen der basischen Fläche des Glimmers, und diese Doppelatome verbinden dann die drei Partialmoleküle, welche man, wie oben (Abth. I) angeführt ist, im Muscovit anzunehmen hat, zu einem zusammengesetzten Tripelmolekül. Zu einer solchen Annahme kommt man auch in chemischer Hinsicht, denn da nach Tschermak (diese Zeitschr. **3**, **22**) im Muscovit (und Paragonit) $Ka_2$ (resp. $Na_2$) : $H_2$ = 1 : 2 ist, muss das Molekül dieser Glimmerarten = $3(\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8)$ gesetzt werden.

Wie nun die pseudorhombischen resp. monosymmetrischen Molekularformen des Muscovits und Margarits aus resp. denjenigen des Alkali- und Calciumfeldspaths hergeleitet werden können durch ihre Theilung in zwei Theile und eine zwillingsartige Verbindung des einen (vorderen) Theiles mit einem anderen desgleichen, mit der orthopinakoidalen $a$-Fläche als Zwillingsebene, so kommt man zu den Molekularformen der pseudorhomboëdrischen Glimmerarten der Biotitgruppe durch Verbindung dreier solcher Theile zu einem Drilling mit den prismatischen Flächen als Zusammenwachsungsebenen. Man kommt so zu folgenden krystallochemischen Structurformeln für Meroxen und Phlogopit, wobei zu bemerken ist, dass hier wie auch in einigen folgenden Formeln die Sauerstoffatome der Einfachheit wegen weggelassen sind.

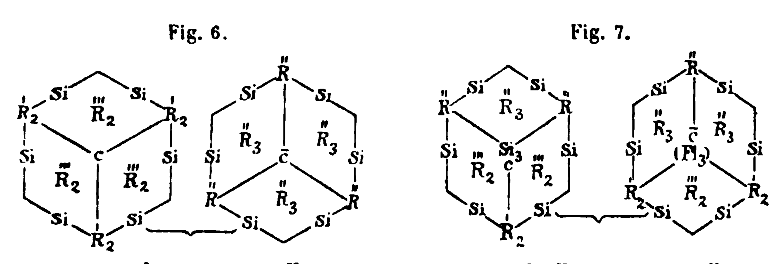


Fig. 6. Fig. 7.

Meroxen: $3(\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8 + 2\overset{II}{R}_2SiO_2)$. Phlogopit: $3[(\overset{I}{R}_2, \overset{II}{R})Al_2Si_3O_{10} + 2\overset{II}{R}_2SiO + Fl]$.

Die Molekularform des Meroxens kann als rhomboëdrisch, die des Phlogopits als monoklinisch-rhomboëdrisch bezeichnet werden, in Uebereinstimmung mit den oben angeführten Verhältnissen und den Aetzfiguren dieser Glimmerarten. Sie bestehen aus zwei in der Richtung der Hauptaxe mit einander vereinigten hemimorphen Partialmolekülen, zwischen welchen in dem Phlogopit eine $SiFl$-Verbindung als Kernmolekül anzunehmen ist. Diese zusammengesetzten Moleküle sind ebenfalls hemimorph, mit den $\overset{III}{R}_2$-Atomen am einen, den äquivalenten $\overset{II}{R}_3$-Atomen am anderen

Ende, eine Hemimorphie, die auch bei den Krystallen des Biotits zuweilen constatirt werden kann.

Dass diese krystallochemischen Structurformeln auch mit der chemischen Zusammensetzung übereinstimmen, zeigt folgende Zusammenstellung der aus ihnen berechneten Procentzahlen mit denen von Tschermak (l. c. S. 135) mitgetheilten reducirten Analysen, wobei $\overset{III}{R} = Al$, $\overset{II}{R} = Mg$, $\overset{I}{R} = Ka$ gesetzt sind.

| | Berechnet: | Meroxen: Vesuv: | Meroxen: Moravicza: |
|---|---|---|---|
| $4SiO_2$ | 40,27 | 40,44 | 41,06 |
| $Al_2O_3$ | 17,11 | 17,76 | 17,81 |
| $4MgO$ | 26,85 | 27,96 | 29,08 |
| $K_2O$ | 15,77 | $(Ka_2O+H_2O)$ 13,92 | 12,05 |
| | — | $Fl$ 0,92 | — |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

| | Berechnet: | Phlogopit. Pargas: |
|---|---|---|
| $15SiO_2$ | 45,59 | 44,03 |
| $3Al_2O_3$ | 15,65 | 14,05 |
| $13MgO$ | 26,34 | 28,36 |
| $2Ka_2O$ | 9,53 | 10,17 |
| $3Fl$ | 2,89 | 4,27 |
| | 100,00 | 100,88 |

Diese Uebereinstimmung scheint genügend zu sein, wenn man die ausserordentliche Complication der Zusammensetzung dieser Glimmerarten in Betracht zieht. Die Molekularformeln 6 und 7 stellen die Grundmoleküle des Biotits nur in ihren einfachsten Formen dar, denn hier wie bei den einfachsten Muscoviten haben wir aus oben angeführten Gründen drei solche, zu einem Tripelmolekül in der Richtung der Hauptaxe durch die äquivalenten $\overset{III}{R}_2$ und $\overset{II}{R}_3$ vereinigte Moleküle anzunehmen. Dazu kommt noch, dass die Meroxen- und Phlogopitmoleküle höchstwahrscheinlich mit einander Molekularverbindungen eingehen können, wodurch der Uebergang zwischen dem optisch-einaxigen oder nahe einaxigen Meroxen und dem deutlich optisch-zweiaxigen Phlogopit erklärt werden kann. Eine solche Molekularverbindung zwischen Phlogopit und Muscovit bildet wahrscheinlich die von Tschermak als Anomit bezeichnete Abart des Phlogopits.

In oben genannten Molekularformen des Muscovits und Biotits entsprechen die Partialformen wie gesagt dem einen, vorderen Theile des Orthoklasmoleküls; in der Molekularform des Lithionglimmers (Lepidolith und Zinnwaldit) müssen sie in Hinsicht auf deren asymmetrische Aetzfiguren als dem vorderen Theile des Albits ähnlich angenommen werden. Von

diesen gehört der Lepidolith der homologen Reihe des Muscovits an $\overset{\mathrm{I}}{R}_2Al_2Si_nO_{2n+4}$ mit $n = 1$ für Margarit, $n = 2$ für Muscovit, $n = 3$ für Lepidolith), während der Zinnwaldit (Lithionit) sich dem Biotit (Phlogopit) in krystallochemischer Hinsicht anschliesst. Für Lepidolith* mit normalsymmetrischer optischer Axenebene haben wir eine ähnliche pseudorhombische Molekularform wie die des Muscovits, und für Zinnwaldit mit parallelsymmetrischer Axenebene eine der des Biotits ähnliche anzunehmen, aber in vier resp. sechs hemiëdrisch-trikline Partialformen getheilt, durch ein Kernmolekül ähnlich dem bei Phlogopit zusammengehalten. Im Zusammenhang hiermit kann bemerkt werden, dass die oben angeführte Molekularform (5) des Margarits, wenn man sie in ein in der $b$-Axe verdoppeltes holomorphes Krystallmolekül verwandelt, 4 Mol. Hydroxyl als Kern- oder Centralmolekül enthält.

In Uebereinstimmung mit der Herleitung der Molekularformen des Biotits aus derjenigen des Alkalifeldspaths resp. Alkaliglimmers haben wir die des alkalifreien Sprödglimmers aus der hemiëdrisch-triklinen Molekularform des Anorthits resp. der hemimorph-monoklinen des Margarits herzuleiten, und kommen dann zu einem mimetisch-hexagonalen Formencomplex in verwendeter Stellung zu der des Biotits, mit den $Si$-Atomen in den zwei hemimorphen Partialcomplexen nur den drei abwechselnden Prismenflächen entsprechend und die drei $Al_2$- resp. $Mg_3$-Atome den drei trigonalen Trapezoëder- resp. Pyramidenflächen, also zu dem trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Formentypus des Glimmers (siehe oben Abth. I), folgender empirischen Formel gemäss:

$$3(CaAl_2SiO_6 + Mg_2SiO_5 + H_2Al_2O_4).$$

Diese Formel entspricht der Zusammensetzung des Sprödglimmers (Seybertit, Brandisit), wie eine Zusammenstellung der daraus berechneten Procentzahlen mit den für diese Glimmerarten empirisch gefundenen Zahlen zeigt. Das Partialmolekül $3(H_2Al_2O_4)$ kann als Kernmolekül zwischen den zwei anderen hemimorphen Partialmolekülen betrachtet werden, wodurch das Molekül des Sprödglimmers sich dem des Chlorits anschliesst.

Bei allen diesen Deductionen der Molekularformen der Glimmerarten aus denen der Feldspatharten ist nur der eine Theil $(\overset{\mathrm{I}}{R}_2Al_2Si_2O_8)$ von diesen letzteren betheiligt; der andere aus $4SiO_2$ bestehende Theil der Molekularform des Albits kann auf ähnliche Weise behandelt werden, und dann kommt man zu analogen Zwillingscomplexen, welche mit den Grundformen der drei $SiO_2$-Modificationen, des rhombischen oder rhombisch-triklinen Asmanit, des hexagonalen, bei gewöhnlicher Temperatur triklinen Tridymit und des trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Quarz, Uebereinstimmung zeigen.

Was besonders den Quarz betrifft, so kann angeführt werden, dass

die genannten zu einem pseudohexagonalen Complex vereinigten triklinen Partialformen des Albits je nach ihrer gegenseitigen Stellung ihre (10$\bar{1}$)-Flächen nach links oder rechts geneigt haben und also eine schraubenförmige Anordnung bilden, der spiralförmigen Anordnung der Moleküle entsprechend, welche man a priori bei dem circularpolarisirenden Quarz anzunehmen hat. In Uebereinstimmung hiermit müssen auch die elektromagnetischen Ströme, welche man in gewöhnlichen Fällen in einer Ebene um die Krystallmoleküle kreisend anzunehmen hat, hier auch spiralförmig angeordnet sein, und also auf den intramolekularen optischen Aether auf dieselbe Weise wirken, wie nach Faraday's Versuch ein elektromagnetischer Schraubendraht auf einen polarisirten Lichtstrahl.

Wie oben angedeutet ist, kann man den dodekaëdrischen Sodalithkrystall betrachten als zusammengesetzt aus vier mit einander zwillingsartig vereinigten hexagonalen Molekularformen des Nephelins; auf ähnliche Weise kann auch das Krystallmolekül des Granats zum Theil aus acht rhomboëdrischen hemimorphen Partialmolekülen des ihm ähnlich zusammengesetzten Biotits gebildet werden, besonders die Granatvarietät, welche in den von mir beobachteten durch Granit metamorphosirten Gneissfragmenten vorkommt. Wie nun der Sodalith sich zum Nephelin und der Granat zu Biotit verhält, so verhalten sich wahrscheinlich auch die regulären oder anomal regulären Melanophlogit und Cristobalit zu den hexagonalen Modificationen der Kieselsäure, wobei der geringe Schwefelgehalt ($SiS_2$ nach Streng) in dem erstgenannten als Centralmolekül in dem regulären Molekularcomplex angenommen werden kann, in Uebereinstimmung mit dem Schwefelmangan ($MnS$) in dem tetraëdrisch-regulären Helvin. Auch in dem Sodalithmolekül hat man einen Kernmolekularcomplex von $NaCl$-Molekülen und in dem des Haüyns, Noseans, Lasurits von $CaSO_4$ und $Na_2SO_4$ resp. $NaS$ anzunehmen, von acht hemimorphen nephelinartigen Molekülen umschlossen.

Im Anschluss an die Silicate der Glimmergruppe mögen hier auch die der Chloritgruppe betrachtet werden, nämlich:

$$\text{Prochlorit} \quad \overset{II}{R}\overset{II}{R}_3 Si_2O_8 + H_6Al_2O_6,$$

$$\left.\begin{array}{l}\text{Klinochlor}\\ \text{Pennin}\end{array}\right\} 2H_2\overset{II}{R}_3Si_2O_8 + H_4Al_2O_5.$$

Diese Formeln stehen in Uebereinstimmung mit der Ansicht von Rammelsberg (Mineralchemie 1875, 487), dass die Chlorite Aluminiumhydroxyd enthalten, und mit der von Tschermak (Die Chloritgruppe II), nach welcher ein serpentinartiges Glied in ihre Zusammensetzung eingeht. Dass diese Formeln den Analysen entsprechen, zeigt folgende Znsammenstellung; hierbei sind $\overset{II}{R}$ im Prochlorit $= \overset{II}{Fe}$ und $\overset{II}{R}_3 = Mg_3$ gesetzt, wodurch die Zusammensetzung am nächsten dem eisenarmen Chlorit (Lophoit Breit-

haupt) entspricht. In dem eisenreicheren Chlorit (Onkoit Breith.) sind wohl die Lophoitmeleküle zum Theil durch Moleküle mit $\overset{II}{R}_3 = \overset{II}{Fe}_3$ substituirt; ebenso ist im Klinochor ein Theil von $\overset{II}{R}_3 = Fe_3$ zu setzen.

| | Berechnet: | Prochlorit vom Zillerthal (v. Kobell): | |
|---|---|---|---|
| $2SiO_2$ | 25,64 | 27,32 | 26,51 |
| $Al_2O_3$ | 21,79 | 20,69 | 21,81 |
| $3MgO$ | 25,64 | 24,89 | 22,83 |
| $FeO$ | 15,39 | 15,23 | 15,00 |
| $3H_2O$ | 11,54 | 12,00 | 12,00 |
| | 100,00 | 100,13 | 98,15 |

| | | Klinochlor: |
|---|---|---|
| $4SiO_2$ | 36,70 | 30—37 % |
| $Al_2O_3$ | 15,60 | 13—18 |
| $6MgO$ | 36,70 | 31—37 |
| $4H_2O$ | 11,00 | 9—13 |
| | 100,00 | |

Von diesen empirischen Formeln kommt man zu krystallochemischen, rhomboëdrischen resp. rhomboëdrisch-monoklinen Structurformeln, von welchen die des Prochlorits sich an die des Meroxens, die für Klinochlor an die des Phlogopits anschliesst, den Aetzfiguren und Krystallformen der resp. Chloritarten gemäss. Wenn man nämlich obige Formel für Prochlorit verdreifacht, kommt man zu einem hemimorphen Molekularcomplex, und wenn man diesen verdoppelt, zu einem holomorphen $= 6(\overset{II}{R}\overset{II}{M}g_3Si_2O_8 + H_2O)$, dessen zwei hemimorphe Theile mit dem einen, $\overset{II}{R}_3$ enthaltenden Theile des Meroxenmoleküls übereinstimmen, und ein pseudorhomboëdrisches Hydrargillitmolekül als Kernmolekül umschliessen. Die $H_2O$-Moleküle sind zum Theil als Krystallwassermoleküle symmetrisch um die drei Partialmoleküle angeordnet zu betrachten, theils als Kernmoleküle von Hydroxyl innerhalb derselben. — Diese Verbindung eines optisch negativen glimmerartigen und eines optisch positiven hydrargillitartigen Moleküls erklärt die schwache Doppelbrechung und den theils optisch positiven, theils negativen Charakter des Chlorits. Doch mag hier bemerkt werden, dass die variable Zusammensetzung des Chlorits zur Annahme von noch einer mit der obengenannten homologen Verbindung für Prochlorit führt: $RR_3Si_3O_{10} + H_6Al_2O_6$, in welchem Falle das Centralmolekül in genanntem Molekularcomplex von drei kaolinartigen Partialmolekülen zusammengesetzt gedacht werden kann.

Für Klinochlor kommt man von oben angeführter Formel zur Annahme eines kaolinartigen monosymmetrischen Partialmoleküls $(H_2Al_2Si_2O_8 + H_2O)$ mit zwei serpentinartigen asymmetrischen, $2(H_2\overset{II}{M}g_3SiO_6)$, zu einem rhomboëdrisch-monosymmetrischen Complex vereinigt. Wenn man drei solche

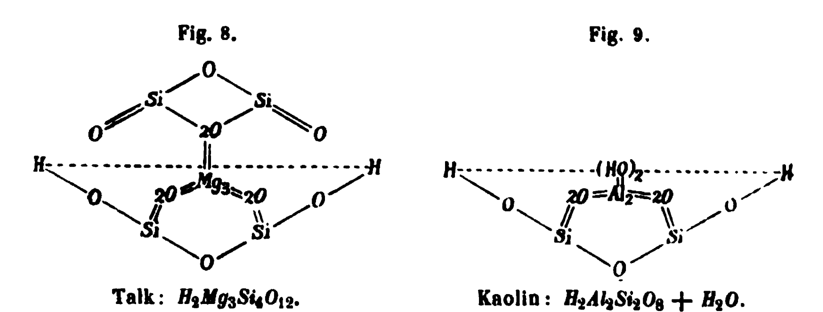
so mit einander nach den prismatischen, den $Si$-Atomen entsprechenden Flächenrichtungen drillingsartig verbunden denkt, dass die drei kaolinartigen Partialmoleküle nach innen, die serpentinartigen nach aussen stehen, so kommt man zu einem rhombëdrischen Molekularcomplex, im Ganzen analog mit dem von Prochlorit, aber in seinen einzelnen Theilen und also auch der Zusammensetzung nach mit dem Klinochlor übereinstimmend, d. h. zu dem Grundmolekül des Pennins, welches die chemische Zusammensetzung des Klinochlors mit der hexagonalen Form des Prochlorits vereinigt. Hierbei kann man annehmen, dass entweder alle in einen Penninkrystall eingehenden Moleküle von dieser Beschaffenheit sind, oder dass nur ein Centralmolekül eine solche Zwillingsstructur hat, und dass an dieses einzelne sich Klinochlormoleküle symmetrisch nach den Hauptrichtungen anschliessen, so dass also der Krystall im Ganzen eine ähnliche Structur wie die des Centralmoleküls erhält. So erklärt sich die von Tschermak angezeigte verschiedene Beschaffenheit des Pennins von Zermatt und des Pennins vom Zillerthal und Ala, welche letzteren die äussere Form des Pennins mit der inneren Structur des Klinochlors vereinigen.

Von den von Tschermak sogen. Leptochloriten mag hier nur der in deutlichen rhomboëdrisch-hemimorphen Krystallen auftretende Cronstedtit betrachtet werden. Wenn man in Uebereinstimmung mit der sehr vollkommenen basischen Spaltbarkeit das gewöhnlich als $3R$ bezeichnete Rhomboëder als Grundrhomboëder ($= R$) annimmt, so wird $c = 3,44$ oder annähernd gleich der Hauptaxe des Pennins. Auch erhält man für den Cronstedit eine Molekularformel ähnlich denen des Biotits und Chlorits, wenn man die von Janowsky gegebene empirische Formel auf folgende Weise schreibt:

$$3\overset{II}{Fe_3}\overset{III}{Fe_2}Si_2O_{10} + 12H_2O\,.$$

Diese führt nämlich zur Annahme eines rhomboëdrischen Molekularcomplexes mit den sechs $Si$-Atomen an den Seiten, $3\overset{III}{Fe_2}$ den drei Rhomboëderflächen des einen und $3\overset{II}{Fe_2}$ denen des anderen Endes entsprechend, und mit den $12H_2O$-Molekülen symmetrisch um diesen Complex angeordnet. Als Zwischenglieder zwischen Chlorit und Cronstedtit, und zum Theil vielleicht als isomorphe Verbindungen von ihnen, können Delessit und der daran sich anschliessende, von mir beobachtete Euralit betrachtet werden.

Durch die Chloritgruppe wird der Uebergang von der Glimmergruppe zu den Talk- und Kaolingruppen vermittelt. Diese bilden in chemischer Hinsicht zwei analoge homologe Reihen, von welchen die zwei Hauptrepräsentanten sich in Uebereinstimmung mit den bisher angeführten Silicaten durch folgende krystallochemische Formeln ausdrücken lassen:




Talk: $H_2Mg_3Si_4O_{12}$. Kaolin: $H_2Al_2Si_2O_8 + H_2O$.

Wenn man in der Molekularformel des Talks $Mg_3$ durch $Al_2$ und in der des Kaolins $Al_2$ durch $Mg_3$ ersetzt, kommt man zu den Formeln für resp. Pyrophyllit und Serpentin. Diesen Formeln gemäss kann die Molekularform des Talks als rhombisch-monoklin, die des Kaolins als hemiëdrisch-monosymmetrisch bezeichnet werden; jene besteht wie die des Orthoklases aus zwei ungleichen Theilen, diese nur aus dem einen dieser Theile, welcher verdoppelt werden kann, wodurch ein Muscovit-ähnliches, quasi-rhombisches Krystallmolekül entsteht, mit Hydroxyl als Centralmolekül.

Diese Molekularformeln stehen in Uebereinstimmung mit den krystallographischen und optischen Verhältnissen dieser Silicate, so weit sie bekannt sind, und lassen auch eine einfache Erklärung der Talk- und Kaolinmetamorphosen zu, wie noch weiter im Folgenden gezeigt werden soll. Was besonders den Kaolin betrifft, so zeigt das von Miers gefundene Axenverhältniss $a:b:c = 0,5748:1:1,5997$; $\beta = 83^0 11'$, dass der Kaolin in Uebereinstimmung mit dem Muscovit eine dreimal so grosse Hauptaxe wie die des Orthoklases hat, was man findet, wenn man die Grundformen der drei Silicate auf ein rechtwinkliges Axenverhältniss ähnlich dem für Muscovit (nach v. Kokscharow) zurückführt; dieses führt auch für den Kaolin zur Annahme eines Tripelmoleküls in der Richtung der Hauptaxe, ähnlich dem für Muscovit. Dass dieses Grundmolekül des Kaolins als hemiëdrisch bezeichnet werden kann, zeigen die von A. Dick und Miers (Mineral. Magazine 1888; siehe diese Zeitschr. **17**, 523) beobachteten Kaolinkrystalle von Anglesea, welche Prismen- und Pyramidenflächen ohne parallele Gegenflächen haben, in Analogie mit den von Williams angeführten Pyroxenkrystallen (On the possibility of Hemiëdrism in the Monoclinic Crystal System, Amer. Journ. of Sc. **38**; diese Zeitschr. **19**, 646).

Da nun nach obiger Auffassung die blättrige Textur und sehr vollkommene Spaltbarkeit der genannten glimmerartigen Silicate (Phyllite) dadurch bedingt sind, dass ihre Moleküle aus zwei oder drei einzelnen Molekülen in der Richtung der Hauptaxe zusammengesetzt sind, so folgt daraus, dass in den dichten, erdigen oder z. Th. amorphen Varietäten dieser Silicate (Sericit, z. Th. Steatit, Agalmatolith etc.) die Moleküle zum grössten Theile in ihre einzelnen

Theile gesondert werden, wodurch ihre Aehnlichkeit in chemischer, aber grosse Unähnlichkeit in physikalischer Hinsicht mit den krystallisirten Varietäten erklärt wird. So kann man z. B. annehmen, dass die Moleküle des Muscovits in zwei oder drei verschiedene einzelne Arten von Molekülen, $Ka_2Al_2Si_2O_8$ resp. $Na_2Al_2Si_2O_8$ und $H_2Al_2Si_2O_8$ zerfallen, von welchen die ersteren sich zu den Molekülen des Eläoliths wie die des Muscovits zu den des Biotits verhalten. Aus solchen Molekülen bestehen wahrscheinlich die unter den Namen Gieseckit, Liebenerit, Pinit, Pyrargillit etc. bekannten Metamorphosen des Eläoliths und Cordierits, da in diesen nur zum kleineren Theile wirkliche, deutliche Glimmerblättchen vorkommen.

Wie man aus den oben (Abth. I) angeführten krystallographischen Verhältnissen des Cordierits und des Turmalins zu einander und zu der Feldspathgruppe (besonders dem Anorthit) schliessen kann, haben wir für die Silicate ähnliche Molekularformen (10 und 11) anzunehmen wie die für Muscovit und Biotit, nämlich rhombische und rhomboëdrische, jede mit Kernmolekülen.

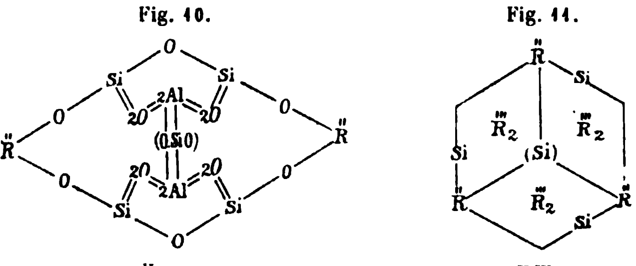


Fig. 10. Cordierit: $2(\overset{II}{R}Al_2Si_2O_8) + SiO_2$.

Fig. 11. Turmalin: $3(\overset{II}{R}\,\overset{III}{R}_2SiO_6) + SiO_2$.

Das Cordieritmolekül ist, da es ein zweiatomiges Radical enthält, zu betrachten als zusammengesetzt aus zwei mit dem Margaritmolekül analogen hemimorphen Molekülen $2(\overset{II}{R}Al_2Si_2O_8)$ von $(SiO)$ zusammengehalten, d. h. eine Verbindung, die sich zur Kieselsäure wie Hydroxyl $(HO)$ zu Wasser verhält. Dass ein solches hemimorphes Cordieritmolekül, das sich zu dem holomorphen wie das Anorthit- zu dem Albitmolekül verhält, wirklich vorkommt, zeigen die Analysen, deren $SiO_2$-Gehalt zwischen 50,65 und 43,60 % wechselt, und meistentheils gleich 48—49 % ist. Diese Zahlen stimmen nämlich mit den aus den genannten Silicaten ($Mg_2Al_4Si_5O_{18}$ und $MgAl_2Si_2O_8$) berechneten Procentzahlen ($SiO_2 = 51,37$ und 45,80 %) überein, und vorzugsweise mit ihrer intermediären mit Andesin analogen Verbindung, deren $SiO_2$-Procent $= 48,74$ ist.

Die Aehnlichkeit der Molekularformen 10 und 11 mit denjenigen des Glimmers erklärt die Pseudomorphosen des Muscovits und Biotits nach Cordierit und Turmalin, welche z. B. bei Torro in Tammela (Finnland) vorkommen.

Bei der Cordieritmetamorphose geht, wie bei der Metamorphose des Orthoklases, das dem längsten Molekularabstand (*b*) entsprechende *Mg* resp. *Fe* fort, und wird durch $Ka_2$ resp. $H_2$ ersetzt, wobei die oben genannten Zwischenglieder zwischen Cordierit und Muscovit entstehen (Pyrargyllit, Fahlunit, Pinit etc.), welche als rhombische Alkali-Aluminiumsilicate sich zum Nephelin wie Cordierit zum Turmalin verhaltend betrachtet werden können.

Doch scheint auch die Cordieritsubstanz selbst eine hexagonale Modification zu haben; als solche möchte ich nämlich die als Drillingscomplexe von rhombischen Cordieriten angesehenen, mimetisch-hexagonalen Krystalle im Andesit von Gabo de Gata u. a. vulkanischen Gesteinen betrachten. Da nämlich wirkliche Zwillinge von Cordierit ziemlich selten sind, und da diese Krystalle in Hinsicht ihrer Structur mit anderen bei gewöhnlicher Temperatur anomalen Krystallen, z. B. Milarit, Aehnlichkeit zeigen, so scheinen sie mir auch auf ähnliche Weise betrachtet werden zu können, nämlich als bei ihrer Bildungstemperatur wirklich normal hexagonal, aber bei niederer Temperatur sich in rhombische Theile sondernd. Denkt man sich die rhombischen Zwillingsindividuen als von dem Doma $\{011\}\breve{P}\infty$ begrenzt mit dem Winkel 58° 22′, so erhalten die Krystalle Aehnlichkeit mit Beryllkrystallen, welche bei gewöhnlicher Temperatur in anomalem Zustande als aus rhombischen Theilen bestehend betrachtet werden können. Die Molekularform (11) des Turmalins schliesst sich am nächsten der des Sprödglimmers an, indem sie aus asymmetrischen Partialmolekülen zu einem tetartoëdrisch-hexagonalen Complex verbunden besteht, doch nicht trapezoëdrisch-, sondern rhomboëdrisch-tetartoëdrisch in Uebereinstimmung mit der von Jerofejew, Solly, Ramsay u. A. beschriebenen rhomboëdrisch-tetartoëdrischen Ausbildung und den asymmetrischen Aetzfiguren des Turmalins.

Diese Molekularform entspricht jedoch nur der Zusammensetzung eines Theiles des Turmalins, nämlich den alkalifreien oder alkaliarmen Magnesium-Eisen-Turmalinen, welche nach Rammelsberg durch die empirische Formel $\overset{II}{R}_3(\overset{III}{R}_2)_3Si_4O_{20}$ ausgedrückt werden können. Dass diese Formel und also auch die Molekularformel (11), wenn man $3\overset{II}{R} = Fe + 2Mg$, $3\overset{III}{R}_2 = \overset{III}{B}_2 + 2\overset{III}{Al}_2$ setzt, mit den Analysen übereinstimmen, zeigt folgende Zusammenstellung.

| | Berechnet: | Turmalin aus Haddam nach Riggs: | Turmalin aus Haddam nach Rammelsberg: |
|---|---|---|---|
| $4SiO_2$ | 35,95 | 34,95 | 37,50 |
| $2Al_2O_3$ | 30,80 | 31,11 | 30,77 |
| $B_2O_3$ | 10,47 | 9,92 | 9,02 |
| $FeO$ | 10,79 | 11,87 | 8,54 |
| $2MgO$ | 11,98 | 4,45 | 8,60 |
| | 100,00 | | |
| $Na_2O$ | | 2,22 | 1,60 |
| $H_2O$ | | 3,62 | 1,81 |

Wenn man sich $Mg$ zum Theil durch $Na_2$ und $H_2$ substituirt denkt, so unterscheiden sich die berechneten Procentzahlen nicht mehr von denen der zwei Analysen, als diese von einander. Diese Analysen zeigen die grosse Variation des Turmalins auch von demselben Fundorte an. In der That zeigt der Turmalin in Hinsicht seiner Zusammensetzung eine ähnliche Mannigfaltigkeit wie die Glimmerarten, was durch Verbindung von qualitativ verschiedenen, aber quantitativ ähnlichen Molekularcomplexen theils in paralleler, theils in molekularer Zwillingsstellung erklärt werden kann.

Zu diesen alkalifreien Molekularcomplexen kommen nun weiter die des lichtgefärbten Alkaliturmalins, welcher der von Rammelsberg aufgestellten empirischen Formel gemäss sich durch folgende Structurformel ausdrücken lässt:

$$(3\overset{I}{R}_2)(B_2 3Al_2)Si_6O_{27} + (B_2 3Al_2)Si_3O_{18}.$$

Nach dieser Structurformel besteht der Alkaliturmalin aus zwei verschiedenen hemimorphen Molekularcomplexen, der eine alkalihaltig mit 6 $Si$-Atomen, also hemiëdrisch, der andere alkalifrei mit 3 $Si$-Atomen oder tetartoëdrisch, ähnlich der des $Mg$-Turmalins. Die alkalihaltigen, rhomboëdrischen Molekularcomplexe verhalten sich also zu den alkalifreien wie der Alkaliglimmer zu dem alkalifreien Sprödglimmer nebst Margarit, und wie Alkalifeldspath zu Calciumfeldspath. Da in diesen hemimorphen Turmalinmolekülen 3 $Al_2$ an dem einen, $B_2$ an dem anderen Ende gedacht werden muss, so kommt man hier zu derselben Ansicht über die Ursache der Hemimorphie des Turmalins, wie die schon von Schrauf ausgesprochene (diese Zeitschr. 9, 265).

Da das Bor-Atom nach der oben angeführten Elementartheorie (Abth. II) als tetartoëdrisch betrachtet werden kann, so kann es auch als hemimorph-rhomboëdrisch gedacht werden, wenn man sich eine Tetraëderfläche als der basischen Flächenrichtung des Turmalinmoleküls entsprechend vorstellt. Die Polarelektricität des Turmalins kann dann als beruhend auf dem elektrischen Gegensatze des elektronegativen Bors und des elektropositiven Aluminiums angesehen werden. Dass der alkalifreie schwarze Turmalin im Allgemeinen sich weniger stark polarelektrisch zeigt als der Alkaliturmalin, kann von dem ungleichen Verhältnisse zwischen $Al_2$ und $B_2$ (resp. 2 : 1 und 3 : 1), oder auch davon herrühren, dass in dem $Mg$-Turmalin ein Theil der Moleküle holomorph ist mit $Al_2$ an den beiden Enden. Uebrigens muss man annehmen, dass die $Mg$ und $Fe$ enthaltenden Molekularcomplexe mit denen des Alkaliturmalins isomorphe Verbindungen eingehen können, den molekularen Verbindungen zwischen dem Alkali- und Calciumfeldspath oder zwischen den verschiedenen Glimmerarten entsprechend, wodurch der geringe Alkaligehalt im $Mg$-Turmalin oder der $Mg$- und $Fe$-Gehalt in dem Alkaliturmalin erklärt werden.

An den Turmalin schliessen sich in krystallographischer Hinsicht folgende von Brögger untersuchte und unter dem Namen Melanoceritgruppe zusammengefasste seltenen norwegischen Mineralien an (diese Zeitschr. **16**, 162—489).

Cappelinit. Wenn man die von Brögger als $\frac{1}{3}P$ bezeichnete Pyramide als Grundform annimmt, wird $c = 0,43$ oder nahe gleich der Hauptaxe des Turmalins ($= 0,447$), womit auch die prismatische Ausbildung des Cappelenitkrystalles in Uebereinstimmung steht. Dass der Cappelenit auch eine ähnliche Molekularform wie die des Turmalins hat, zeigt sich, wenn man die von Brögger gegebene Formel $\overset{III}{R}(BO_3) + \overset{II}{R}(SiO_3)$, worin $\overset{III}{R} = Y(Ce, La, Di)$ und $\overset{II}{R} = Ba(Ca, Na_2, Ka_2)$, in folgende Form bringt:

$$3[(\overset{II}{R}, \overset{I}{R_2})_2 \overset{III}{B_2} \overset{III}{R_2} Si_2 O_{12}].$$

Diese Formel stimmt nämlich im Allgemeinen mit dem ersten Theile der Formel des Alkaliturmalins überein, und deutet wie diese auf rhomboëdrische Molekularcomplexe hin, zwillingsartig mit einander zu einem äusserlich scheinbar holoëdrisch-hexagonalen Krystall verbunden. Da die Cappelenitmoleküle nach obiger Structurformel an dem einen Ende $3\overset{III}{Y_2}$, an dem anderen $3\overset{III}{B_2}$ enthalten, könnte man daraus auf eine Hemimorphie dieses Minerals schliessen, welche jedoch, wie Brögger bemerkt, nicht constatirt werden kann, da bisher ein einziger, nur an einem Ende ausgebildeter Krystall gefunden worden ist.

Der Melanocerit ist rhomboëdrisch-tafelförmig (l. c.), welche vom Cappelenit abweichende Ausbildung durch seine dreimal grössere Hauptaxe ($c = 1,255$) erklärt wird. Da er sich nun auch chemisch diesen Silicaten anschliesst, kann man für ihn eine ähnliche rhomboëdrische Molekularform annehmen, aber in Uebereinstimmung mit der des Glimmers zu einem Tripelmolekularcomplex in der Richtung der Hauptaxe vereinigt, wobei man als verbindende Glieder oder Kernmoleküle zwischen den hemimorphen Partialmolekülen die von Brögger und Cleve in der Zusammensetzung des Melanocerits nachgewiesenen Fluorverbindungen annehmen kann (siehe unten über das ähnliche Verhältniss des Chondrodits).

Tritomit steht in Hinsicht der Grösse der Hauptaxe, seiner hemimorph-rhomboëdrischen, nahe tetartoëdrischen Ausbildung, und wie es scheint auch in chemischer Hinsicht (l. c. 486) zwischen Cappelenit und Melanocerit. Seine Hemimorphie kann in Analogie mit der des Turmalins als auf der Anwesenheit verschiedener dreiatomiger Elemente, $Ce_2$, $Y_2$ etc. an dem einen, $B_2$ an dem anderen Ende der Moleküle beruhend betrachtet werden. Auch Brögger sieht in dem Borgehalt (l. c. 489) eine Ursache der Hemimorphie des Tritomits, und erinnert hierbei an den nach Websky wahrscheinlich hemimorphen Jeremejewit ($Al_2B_2O_6$), dessen Moleküle meiner Theorie nach ähnlich

denen des Turmalins, Cappelenits und Tritomits sind, mit den oktaëdrischen resp. tetraëdrischen Endatomen $Al_2$ und $B_2$ in rhomboëdrischer Stellung in der Richtung der Hauptaxe des hexagonalen Molekularcomplexes.

An die Turmalin- und Melanoceritgruppe schliessen sich die zirkonhaltigen Silicate Eudialyt und Katapleït, von welchen der Eudialyt der von Rammelsberg gegebenen Formel gemäss als ein rhomboëdrischer, nahe oktaëdrischer Formencomplex betrachtet werden kann, aus sechs durch $NaCl$ als Kernmolekül verbundenen Partialmolekülen bestehend; die bedeutende Grösse der Hauptaxe ($c = 2,11$) stimmt mit der gewöhnlich tafelförmigen Ausbildung und der basischen Spaltbarkeit überein. Der Katapleït ($Na_2H_4ZrSi_3O_{11}$) mit $c = 1,36$ nach Brögger (l. c.) ist ebenfalls tafelförmig, zeigt aber prismatische Spaltbarkeit, die ich jedoch eher als Absonderung betrachten möchte. Nach demselben Verf. zeigt Katapleït bei gewöhnlicher Temperatur monokline resp. trikline Anomalie, wird aber bei 140° normal rhomboëdrisch, was erklärt werden kann durch die Annahme rhomboëdrischer Molekularcomplexe, denjenigen der vorigen Silicate ähnlich, und aus drei monosymmetrischen, in zwei hemiëdrisch-trikline Theile getheilten Partialmolekülen bestehend; diese Theile gehen bei höherer Temperatur in ein homogenes Ganzes über, indem die Elementaratome dabei eine mehr symmetrische Stellung einnehmen.

Eine den genannten hexagonalen Krystallen ähnliche Molekularstructur haben wir auch aus oben (Abth. I) angeführten Gründen für den Nephelin anzunehmen. Sowohl die Rammelsberg'sche Formel: $3\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8 + SiO_2$, wie auch die von Rauff: $4\overset{I}{R}_2Al_2Si_2O_8 + SiO_2$, wenn man jene mit 4, diese mit 3 multiplicirt, führen zur Annahme von zwölf mit dem halben Albitmolekül analogen hemimorphen Partialmolekülen, zu sechs quasimonoklinen Zwillingscomplexen vereinigt, und diese weiter zu einem holomorphen rhomboëdrischen Drillingscomplex (siehe Fig. 6) verbunden, um einen Complex von vier resp. drei $SiO_2$-Molekülen als Kern- oder Centralmolekül angeordnet. Vielleicht ist es diesem Kernmolekül zuzuschreiben, dass die Nephelinkrystalle in krystallographischer Hinsicht mehr normal sind als Katapleït und andere Silicate, für welche man keine solchen Kernmoleküle anzunehmen hat. Auch kann im Zusammenhange hiermit bemerkt werden, dass solche Silicate, welche Molekularcomplexe mit Kernmolekülen haben, wohl eine molekulare Zwillingsbildung, aber in der Regel keine solche im Grossen oder als ganze Krystalle zeigen, wodurch z. B. die auffallende Verschiedenheit in dieser Hinsicht zwischen dem Cordierit und Turmalin nebst ihren Verwandten und den Mineralien der Feldspathgruppe erklärt wird.

Molekularcomplexe mit Kernmolekülen hat man auch in den dem Nephelin sich anschliessenden Mineralien Cancrinit, Davyn und Mikro-

sommit anzunehmen. Nach der von Rauff für Cancrinit aufgestellten Formel kann man in seinem Molekularcomplexe zwölf Partialmolküle ähnlich denen des Nephelins annehmen, und zwischen diesen sechs $CaCO_3$ als Kernmoleküle, wobei bemerkt werden kann, dass der aus sechs Albitzwillingen bestehende Formencomplex (Fig. 6 ähnlich) mit dem Winkel $c:a = 63^\circ 17'$ (dem Winkel $P:\infty P$ für Cancrinit und $\frac{1}{2}P:\infty P$ für Nephelin entsprechend) einen rhomboëderähnlichen Zwischenraum hat, mit Winkeln, welche sich denjenigen des Rhomboëders $-\frac{1}{2}R$ des Calcits nähern. In den Mikrosommitmolekülen sind gleichwie in denen des Sodaliths und seinen Verwandten (siehe oben) $NaCl$ und $CaSO_4$ als Kernmoleküle anzunehmen.

Wir haben bisher eine Reihe rhombischer, rhomboëdrischer und regulärer Silicate betrachtet, welche mehr oder weniger deutlich eine aus mono- resp. asymmetrischen Theilen bestehende innere Structur zeigen; wir kommen jetzt zu einer analogen Reihe von Silicaten einfacherer empirischer Zusammensetzung, für welche wir eine ganz ähnliche Molekularstructur anzunehmen haben.

Der rhombische Hauptrepräsentant dieser Reihe ist der Olivin, welcher dem Cordierit analog ist, wie folgende Zusammenstellung zeigt:

| Cordierit: | Olivin: |
|---|---|
| $a:b:c = 0,5870:1:0,5585$ | $a:b:c = 0,5865:1:0,4657$ |
| $b^1 = 1$ | $b^1 = 1$ |
| $ab^1 = \sin 30^\circ 25' = 0,5063$ | $bc^1 = \sin 30^\circ 24' = 0,506$ |
| $bc^1 = \sin 29\ 11 = 0,4876$ | $a^1 = 0,466.$ |

Da nun für Cordierit (mit hemimorpher Molekularform) $b:bc:ab = Mg:Al_2:Si$ und $Al_2$ äquivalent mit $Mg_3$ ist, kann man für Olivin $b:a:bc = Mg(Fe):Mg_3:Si$ setzen und kommt so für diesen zu einer analogen rhombischen Molekularformel wie die für Cordierit; diese ist in der Zone $c-b$ der Cordieritform in der Zone $a-b$ sowohl krystallographisch wie chemisch ähnlich, wogegen die Zone $a-b$ des Olivins krystallochemisch der Zone $c-b$ des Cordierits nur annäherungsweise ähnlich ist. Auch unterscheidet jene sich von der Molekularformel des Cordierits dadurch, dass die vorige kein Kernmolekül hat. Wir kommen nun also zu folgender Constitutionsformel für Olivin:

$$2\overset{II}{R}\overset{II}{R}_3Si_2O_8 = 4\overset{II}{R}_2SiO_4\,,$$

und in Uebereinstimmung hiermit zur Annahme dreier Hauptarten: $MgMg_3Si_2O_8$ (Forsterit), $FeMg_3Si_2O_8$ (eigentlicher Olivin) und $FeFe_3Si_2O_8$ (Fayalit), welche mit einander isomorphe Molekularverbindungen (gewöhnlicher Olivin, Hyalosiderit, Hortonolit etc.) eingehen können. Hierzu kommt die Verbindung $MnMn_3Si_2O_8$ in Knebelit, Trephroit und Stirlingit (Röpperit), in dem letzteren mit theilweiser Ersetzung des $Mn$ durch $Zn$.

Die Berechtigung des Mittelgliedes ($FeMg_3Si_2O_8$), als eine selbständige

Abart aufgestellt zu werden, zeigt folgende Zusammenstellung der berechneten Procentzahlen mit zwei von Hjortdahl (I.) und Ziegenspeck (II.) mitgetheilten Analysen (siehe Hintze, Mineralogie S. 20).

Olivin: $FeMg_3Si_2O_8$.

| | Berechnet: | I. | II. |
|---|---|---|---|
| $2SiO_2$ | 38,46 | 38,30 | 38,47 |
| $3MgO$ | 38,46 | 38,29 | 37,62 |
| $FeO$ | 23,08 | 24,02 | 24,83 |
| | 100,00 | 100,61 | 100,92 |

Bei Annahme dieser Zusammensetzung für Olivin (zum Theil) können die bekannten Olivinmetamorphosen in Serpentin und Amphibol auf folgende Weise erklärt werden.

Olivin: Serpentin:

$$FeMg_3Si_2O_8 + 2H_2O = (H_2Mg_3Si_2O_8 + H_2O) + FeO$$

Amphibol:

$$FeMg_3Si_2O_8 + CaSi_2O_5 = CaMg_3Si_4O_{12} + FeO\ .$$

Bei diesen Metamorphosen ist es also, gleichwie bei der Metamorphose des Cordierits in Muscovit, derjenige Bestandtheil ($Fe$) des Atomcomplexes, welcher der längsten Normale ($b$) entspricht und also eine geringere molekulare Attractionskraft als die übrigen Atome hat, der fortgeht und durch $H_2$ ersetzt wird. Hierdurch wird auch die schon oben angedeutete Aehnlichkeit zwischen der Molekularform des Serpentins resp. Kaolins und der des Muscovits bestätigt. Weiter kommt man, da für Amphibol $b_2c(021)$: $\bar{b}_2c(0\bar{2}1) = 59^0\,34'$ ist und also dem Winkel des Olivins $bc : \bar{b}c = 60^0\,48'$ entspricht, für jenes Mineral zu folgendem Molekularverhältnisse: $b = Ca$, $a = Mg_3$, $b_2c = Si$, welches eine Molekularform andeutet ähnlich der für Talk (8), und die Metamorphose des Amphibols in diesen erklärt.

Durch die Annahme obengenannter Structurformel für Olivin kann man auch den sowohl krystallographischen wie chemischen Unterschied zwischen dem gewöhnlichen Olivin und dem Monticellit ($MgCaSiO_4$) ausdrücken, indem dieser dann als eine intermediäre Species zwischen Olivin und rhombischem Pyroxen betrachtet werden kann.

Dagegen schliesst sich die Chondroditgruppe am nächsten dem Olivin an, indem die drei von G. vom Rath angenommenen Typen Chondrodit, Humit und Klinohumit aus der Molekularform des Olivins hergeleitet werden können, wenn man sich diese als Doppelmolekül in der Richtung der $a$-Axe, durch das Tripelatom $Mg_3$ zusammengehalten, und als Tripelmolekül in der Richtung der $c$-Axe vorstellt, und dann noch zu diesem resp. ein, zwei oder drei Doppelmoleküle des Olivins an jedem Ende dieser Richtung zufügt. Man kommt dann zu folgenden Axenverhältnissen der drei Typen:

| | | |
|---|---|---|
| Chondrodit | $a : b : c = 0,9257 : 1 : 2,911$ | $(= 2a : b : 5c$ Olivin) |
| Humit | - - - $4,074$ | $(=$ - - $7c$ - ) |
| Klinohumit | - - - $5,238$ | $(=$ - - $9c$ - ). |

Nach dieser Auffassung haben wir also mehrere Grundformen für die Chondroditarten anzunehmen, nämlich zwei Partialformen mit den Axenverhältnissen $2a : b : c$ und $2a : b : 3c$ (im Vergleich zu dem des Olivins), deren Flächenrichtungen $bc$ und $b_3c$ die Zwillingsebenen der Chondrodittypen bilden, und die aus ihnen zusammengesetzten drei Molekularformen, welche die Krystallflächen der drei Typen bewirken. Diese Flächen stehen zu einander in einem anormalen Parameterverhältnisse $1 : \frac{1}{5} : \frac{1}{5} : \frac{1}{7}$, welches durch die hexagonale Ausbildung der Partialformen in der Zone $b - c$ bedingt ist. Das Klinohumitmolekül ist gleich drei Partialmolekülen mit dem Axenverhältnisse $2a : b : 3c$, und verhält sich also zu diesen wie die Tripelmoleküle der Glimmerarten zu ihren einzelnen aus der Feldspathform deducirten Partialformen.

Diese Auffassung steht mit der chemischen Zusammensetzung des Chondrodits in Uebereinstimmung, wenn man die von Wingard (Inaug.-Diss. 1884) für alle drei Typen angenommene Formel auf folgende Weise transformirt:

$$(Mg, Fe)_{19}Fl_4(OH)_2Si_8O_{32} = 2(2\overset{II}{R}Mg_3Si_2O_8) + Mg_3Fl_4(OH)_2 \, .$$

Diese Formel entspricht dann der einfachsten Partialform des Chondrodits, oder dem Doppelmolekül des Olivins mit Hinzufügung eines Magnesium-Fluorhydroxylmoleküls, welches als verbindendes Glied zwischen den Partialmolekülen in den zusammengesetzten Grundmolekülen der drei Chondrodittypen betrachtet werden kann.

Der Chondrodit und Klinohumit sind in optischer Hinsicht monoklin, der Humit sowohl optisch wie krystallographisch rhombisch, und man könnte mit Rücksicht hierauf den letzteren als zusammengesetzt aus den zwei erstgenannten betrachten, was, wenn man die zwei Theile obiger Constitutionsformel mit resp. $A$ und $B$ bezeichnet, auf folgende Weise ausgedrückt werden kann:

Chondrodit: Klinohumit: Humit:

$$5(A + B) + 9(A + B) = 2 \cdot 7(A + B) \, .$$

Hier möchte am besten der Calamin ($Zn_2SiO_4 + H_2O$) seinen Platz erhalten, obgleich er ziemlich isolirt steht und höchsens in einer Zone $c : b = 0,4778 : 1$ Aehnlichkeit mit der Zone $a : b = 0,4657 : 1$ des Olivins zeigt. Die in der $c$-Axe auftretende Hemimorphie des Calamins findet man bisweilen auch in der Richtung der $a$-Axe des Olivins (z. B. in einer Leucitlava vom Vesuv). Während diese nur ausnahmsweise vorkommende Hemimorphie des Olivins wahrscheinlich auf verschiedenen Elementaratomen ($Mg_3$ und $Fe_3$) an den beiden Enden dieser Axe beruht, muss die Ursache der bei Calamin constanten Hemimorphie dem Elementaratom selbst zugeschrieben

werden; und in der That kann das $Zn$-Atom, wie oben (Abth. II) angedeutet worden ist, als hemimorph betrachtet werden.

Die rhomboëdrischen Silicate von der allgemeinen Formel $\overset{II}{R}_2SiO_4$: Willemit und Troostit ($R = Zn$ und $Mn$), Phenakit ($R = Be$), Dioptas ($R = H_2, Cu$) verhalten sich zu Olivin, wie Turmalin und dessen Verwandten zu Cordierit, d. h. ihre Molekularformen ($3\overset{II}{R}_2SiO_4$) sind ähnlich der des Turmalins (11), aber mit $2\overset{II}{R}_3$ in den Endpunkten der $c$-Axe, welche der $a$-Axe des Olivins entspricht, wie auch die Verwandlung des rhomboëdrischen Axenverhältnisses des Willemits ($a : c = 1 : 0,6698$) in das rhombische $c : b : a = 0,5774 : 1 : 0,4465$ zeigt. Die rhomboëdrischen Moleküle können also als Complexe dreier halber mono- oder richtiger asymmetrischer Olivinmoleküle betrachtet werden, was die tetartoëdrische Ausbildung genannter Mineralien und ihre mehr oder weniger deutliche Anomalie erklärt, d. h. die Sonderung ihrer Krystalle in drei optisch zweiaxige Theile, was schon Breithaupt bei Phenakit und Dioptas beobachtet hatte.

Diese Auffassung der Constitution genannter rhomboëdrischer Silicate wird durch den von Flink gefundenen Trimerit (diese Zeitschr. **18**, 365) bestätigt, welcher, wie Flink und Brögger gezeigt haben, aus drei zu einem hexagonalen, pyramidal-hemiëdrischen Complex zusammengesetzten asymmetrischen Partialformen besteht. Da die von Brögger gefundene Zusammensetzung durch die Formel $Mn_3Be_3Si_3O_{12}$ ausgedrückt werden kann, erhält man auch für dieses Silicat eine mit der Molekularform des Turmalins analoge krystallochemische Structurformel.

Dem Dioptas schliesst sich der Pyrosmalith an, sowohl krystallographisch, indem $a : c = 1 : 0,5308$ dem Verhältnisse $a : c = 1 : 0,5342$ für Dioptas gleich ist, wie auch chemisch, wenn man seine Formel wie folgt schreibt:

$$3[H_2(Fe, Mn)SiO_4] + (Fe, Mn)_2SiO_4 + (HO)_2Cl .$$

Die grössere Complication der Zusammensetzung des Pyrosmaliths als die des Dioptas deutet eine grössere Mannigfaltigkeit in der molekularen Constitution an, nämlich einen Molekularcomplex zusammengesetzt aus Doppel- oder Tripelmolekülen in der Richtung der Hauptaxe, von $(HO)_2Cl$ als Zwischenmoleküle zusammengehalten, also eine Constitution analog mit der des Glimmermoleküls, welches auch die sehr vollkommene basische Spaltbarkeit des Pyrosmaliths anzeigt.

Der Eulytin ($Bi_4Si_3O_{12}$) verhält sich zu obigen rhomboëdrischen Silicaten wie Sodalith zu Nephelin oder Granat (Helvin) zu Biotit resp. Turmalin, indem er nach den Untersuchungen von Bertrand in seinem optisch anomalen Zustande als aus vier rhomboëdrischen Krysallen zusammengesetzt betrachtet werden kann, und die Formen $R$, $-\frac{1}{2}R$ und $-2R$ des Dioptas sich dem Rhombendodekaëder, Trigondodekaëder und Hexaëder nähern.

Wie Bertrand und nach ihm Brauns gezeigt haben, theilen sich die rhomboëdrischen Partialindividuen weiter in drei monosymmetrische Theile, den Trigondodekaëderflächen des Eulytinkrystalles entsprechend, diese verhalten sich wahrscheinlich zu dem monoklinen, mit Eulytin isomeren Agricolit wie die monoklinen Partialindividuen des Granats zu dem Partschin. Mit Rücksicht hierauf könnte man das Eulytinmolekül $= 12Bi_4Si_3O_{12}$ setzen, und den Eulytinkrystall als aus einem solchen Centralmolekül bestehend betrachten, an welches sich einzelne Partialmoleküle symmetrisch anschliessen.

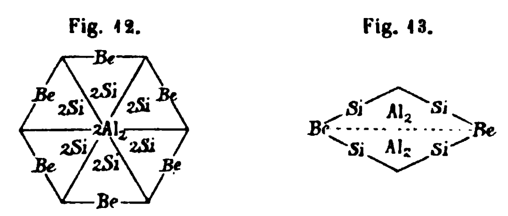
An Eulytin und dadurch auch an die rhomboëdrischen resp. pseudohexagonalen Silicate von der allgemeinen Formel $\overset{II}{R}_2SiO_4$ schliesst sich der Helvin, dessen Formel $= 3[(Mn, Fe, Be)_2SiO_4] + (Mn, Fe)S$, aber auch $= (Mn, Fe)_3\overset{II}{Be}_3Si_3O_{12} + (Mn, Fe)S$ geschrieben werden kann, in welchem Falle das Silicat als Granat mit $\overset{II}{Be}_3$ für $Al_2$ betrachtet werden kann. Dass man in der That berechtigt ist, Beryllium von Mangan und Eisen abzusondern, zeigt sich daraus, dass den Analysen nach der $BeO$-Gehalt ziemlich constant ist (11—14 %), während $FeO$ von 4—15 % und $MnO$ von 37 bis 27 %, also in umgekehrtem Verhältnisse, wechseln. Man hat also einen Mangan- und einen Eisen-Helvin zu unterscheiden, welche mit einander molekulare Verbindungen eingehen, und wozu noch der $Zn$-Helvin in dem Danalith kommt.

Folgende Zusammenstellung zeigt die Uebereinstimmung der aus dieser Formel berechneten Procentzahlen des $Mn$-Helvins mit einer von Rammelsberg ausgeführten Analyse eines eisenarmen Helvins aus Süd-Norwegen.

| | $Mn$-Helvin. Berechnet: | Helvin nach Rammelsberg: |
|---|---|---|
| $3SiO_2$ | 32,43 | 33,13 |
| $3BeO$ | 13,51 | 11,46 |
| $3MnO$ | 38,38 | 35,50 ($FeO = 4,00$) |
| $MnS$ | 15,68 | 15,58 |
| | 100,00 | |

Die Elementaratome des Silicats des Helvins lassen sich dieser Formel gemäss in Uebereinstimmung mit den Molekularformen des Turmalins und Dioptas anordnen, wodurch man zu einer hemimorphen rhomboëdrischen Molekurlarform kommt, mit $Be_3$ an dem einen, $MnS$ an dem anderen Ende und $3Mn$ nebst $3Si$ an den Seiten. Vier solche Moleküle bilden, wie bei Eulytin, einen tetraëdrischen Molekularcomplex mit $4MnS$ als Kernmolekül.

Hier möchte ich noch zwei Silicate anführen, Beryll und Axinit, von welchen jener mit Cordierit, besonders dem pseudohexagonalen, vulkanischen, dieser mit Turmalin einige Beziehungen hat. Diese nebst den natürlichen Aetzfiguren und die optische Anomalie des Berylls führen zur Annahme folgender Molekularform in Quer- und Längsschnitt.




Beryll: $2(Be_3Al_2Si_6O_{18})$.

Dieser Molekularcomplex ist holoëdrisch-hexagonal, aber aus drei quasi-rhombischen Partialmolekülen zusammengesetzt, welche mit den oben für Muscovit und Kaolin angenommenen Molekularformen (4 und 9) analog sind, und dadurch die Metamorphose des Berylls in diese Mineralien erklären, wobei man annehmen kann, dass die $Al$-Atome aus einer hexagonalen Flächen- in eine rhombische Kantenstellung übergehen. Wohl kennt man kein rhombisches Silicat von der Zusammensetzung $BeAl_2Si_2O_8$, aber ein damit analoges, nämlich Bertrandit, denn dieser kann durch die Formel $BeBe_3Si_2O_8 + H_2O$ und durch eine ähnliche hemimorphe Molekularformel wie die für Margarit (5) ausgedrückt werden, und verhält sich zu Beryll wie der hemimorphe rhombische Cordierit zu dem quasi-hexagonalen, in vulkanischen Gesteinen vorkommenden Cordierit. Auch ist er krystallographisch der genannten hypothetischen rhombischen Form des Berylls ähnlich, indem sein Prismenwinkel ($= 59^\circ 21'$) sich dem Pyramidenwinkel ($59^\circ 54'$), und sein Domenwinkel ($= 61^\circ 21'$) dem Prismenwinkel ($60^\circ$) des Berylls nähern; ein Drillingscomplex von Bertrandit-Individuen mit dem Doma {011} als Zwillingsebene ist also der Grundform des Berylls analog.

Ich muss hier noch, die optische Anomalie des Berylls*) betreffend, bemerken, dass, da ich diese in Uebereinstimmung mit meiner Ansicht über die Molekularconstitution dieses Minerals als beruhend auf einem Zerfallen in rhombische Partialmoleküle betrachte, ich doch nicht annehme, dass diese Partialmoleküle dem oben genannten hypothetischen Silicat vollkommen entsprechen, dessen Zusammensetzung ($= 2BeSi_2O_5 + Al_2O_3$) von der des Berylls $= 2[3(BeSi_2O_5) + Al_2O_3]$ verschieden sein muss, sondern dass der anomale Beryll, wie im Allgemeinen die anomalen Krystalle, einen intermediären Zustand bildet zwischen dem normalen hexagonalen und dem rhombischen, was daraus hervorgeht, dass er an verschiedenen Stellen ein verschiedenes optisches Verhalten zeigt, und im Inneren des Krystalles gewöhnlich weniger anomal als in den äusseren Theilen ist.

Der Axinit nähert sich durch seine Winkel $P:u = 44^\circ 29'$ und $P:r =$

*) Dass diese Anomalie nicht, wie Brauns (Die optischen Anomalien) es ansieht, auf einer Spannung oder Druck beruht, scheint mir daraus hervorzugehen, dass, wie Bücking beobachtet hat, Druck keine bleibende Veränderung in der Molekularstructur des Berylls zu verursachen vermag.

45° 15′ dem Grundrhomboëderwinkel des Turmalins, eine Analogie, welche man auch in der chemischen Zusammensetzung wiederfindet, wenn man die von Rammelsberg gegebene empirische Formel auf folgende Weise schreibt: $3\overset{II}{R}\overset{III}{R_2}Si_2O_8 + \overset{II}{R_3}Si_2O_7$. Wenn man sich die Elementaratome des ersten Theiles dieser Formel in Uebereinstimmung mit denen in dem Grundmolekül des Turmalins um jene des zweiten Theiles als Kernmolekül angeordnet denkt, so könnte die Asymmetrie des Axinits als beruhend auf verschiedenen $\overset{II}{R}$- und $\overset{III}{R_2}$-Atomen ($2Ca + Fe$ und $2Al_2 + B_2$) angesehen werden, während sie in dem Turmalinmolekül gleich sind, oder durch molekulare Zwillingsbildung zu einem asymmetrischen Ganzen vereinigt sind. Bei dem Axinit scheint weder eine molekulare Zwillingsbildung noch eine solche im Grossen vorzukommen; in dieser letzteren Hinsicht zeigt sich eine auffallende Verschiedenheit von den einfacher zusammengesetzten triklinen Silicaten Anorthit und Cyanit.

Uebrigens steht der Axinit allzu isolirt oder ohne directe Beziehungen zu anderen Silicaten, um eine nähere Erörterung seiner Molekularstructur zuzulassen.

---

Wir haben die Silicate mit Winkeln in einer Hauptzone (Prismenzone) gleich oder nahe 120° betrachtet, und kommen jetzt zu den mit 90° oder nahe 90° in dieser Zone. Wenn wir auch hier mit den der Feldspathgruppe am nächsten stehenden Alkalisilicaten anfangen, so haben wir zuerst Spodumen und Petalit zu betrachten, welche in krystallochemischer Hinsicht der Feldspathgruppe so nahe stehen, dass sie eher Lithion-Feldspath als Alkalipyroxen genannt werden können.

Aus den oben (Abth. I) angeführten Relationen zwischen den Winkeln der Hauptflächen des Orthoklases und Spodumens findet man, dass die Zonen $a-b$, $b-c$, $a-c$ des Orthoklases den Zonen $c-b$, $b-a$, $c-a$ des Spodumens entsprechen, und weiter, dass das Verhältniss zwischen den Normalen des Orthoklases $c^2 : b : ab$ dem Normalenverhältniss des Spodumens $a : b : bc$ ähnlich ist, indem für Spodumen $b^1 = 1$, $a^1 = 1{,}124 \times \sin 69° 48' = 1{,}059$, $bc^1 = \sin 30° 55' = 0{,}5138$ sind; und wir kommen dadurch von der oben bei Orthoklas angenommenen Stellung der Elementaratome zu folgendem Molekularverhältnisse für Spodumen:

$$2b = 2Li\,, \quad a = Al_2\,, \quad 4bc = 4Si\,,$$

welches der empirischen Formel $Li_2Al_2Si_4O_{12}$ entspricht.

Bemerkt werden kann noch, dass der Winkel $a : c = 69° 40'$ bei Spodumen dem Oktaëderwinkel 70° 30′ des hypothetischen Aluminiumatoms näher steht, als der entsprechende Winkel $c : a$ (001 : 100) bei Orthoklas, welches eine etwas veränderte Stellung dieser Atome in den entsprechenden Zonen anzeigt, von der Abwesenheit der $Si_2$-Atome des Orthoklases in dem

Grundmolekül des Spodumens bedingt. Hierauf beruht wohl auch der Unterschied der entsprechenden Winkel $ab : a\bar{b} = 93^0 12'$ bei Spodumen und $b_2c : \bar{b}_2c = 90^0 3'$ bei Orthoklas.

Die nahe Verwandtschaft des Spodumens mit Alkalifeldspath zeigt sich auch aus den von Brush und Dana (diese Zeitschr. 5) beschriebenen Metamorphosen des Spodumens in Albit resp. Mikroklin, Muscovit unk Eukryptit, welcher letztere in krystallochemischer Hinsicht zu Spodumen in demselben Verhältnisse wie Nephelin zu Albit zu stehen scheint.

Mit den oben (Abth. I) angeführten Verhältnissen zwischen Krystallform und Molekularvolumen (1 : 2) des Spodumens und Petalits steht ihre chemische Zusammensetzung in Uebereinstimmung, denn der Petalit ($Li_2Al_2Si_8O_{20}$) kann als Spodumen + 4 $SiO_2$ betrachtet werden und verhält sich also zu diesem wie Albit zu Anorthit, was zu der Annahme führt, dass das Petalitmolekül gleichwie das des Alkalifeldspaths aus zwei Theilen in der Richtung der $c$-Axe, der $a$-Axe des letzteren entsprechend, besteht.

Nach den schon oben (Abth. I) dargestellten Axenverhältnissen des Wollastonits und Spodumens stehen sie in krystallochemischer Beziehung in demselben Verhältnisse wie Calciumfeldspath zu Alkalifeldspath und Calciumglimmer zu Alkaliglimmer. Das Verhältniss zwischen Wollastonit ($CaSiO_3$) und Rhodonit ($MnSiO_3$) ist auch schon oben angeführt. Es zeigt sich durch folgende Zusammenstellung ihrer Axenverhältnisse (nach Hamberg l. c.):

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Wollastonit | 1,114 : 1 : 0,483 ; | | $\beta = 69^0 48'$, | |
| Rhodonit | 1,147 : 1 : 0,456 ; | $\alpha = 85^0 16'$, | $\beta = 68^0 24'$, | $\gamma = 86^0 4'$. |

Der Wollastonit und der Rhodonit stehen also zu einander in demselben Verhältnisse wie Orthoklas zu Albit oder der im Hyalophan vorhandene Baryumorthoklas zu Anorthit, d. h. sie sind als isodimorphe Silicate zu betrachten, was auch durch das Vorkommen des $Ca$ in Rhodonit und Bustamit ($2MnSiO_3 + CaSiO_3$) angezeigt wird. Da nun, wie oben angeführt worden ist, der Wollastonit als hemimorph-monoklin in der Richtung der $b$-Axe zu betrachten ist, so ist auch in Uebereinstimmung hiermit der Rhodonit als hemiëdrisch-triklin in Analogie mit dem Anorthit anzusehen. Dieser Ansicht gemäss sind die beiden Spaltungsflächen des Rhodonits ($c$ und $b$) nicht als Prismen- sondern als Pinakoidflächen zu betrachten, indem sie den Flächen $b(010)$ und $a(100)$ des Wollastonits und also auch den Spaltungsflächen $b(010)$ und $c(001)$ des Anorthits krystallochemisch analog sind; und folglich entsprechen das $Ca$- und $Mn$-Atom der $b$-Normale resp. $b$-Fläche des Wollastonits und des Rhodonits.

Wie Wollastonit und Rhodonit sich zu einander wie der monokline zu dem triklinen Feldspath verhalten, so verhalten sich Rhodonit und Babingtonit ($mRSiO_3 + Fe_2Si_3O_9$) wie Anorthit zu Albit. Die Formel des

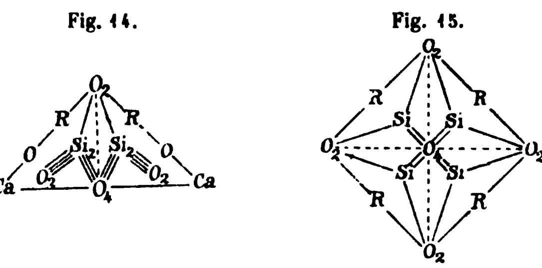
Babingtonits kann nämlich auch zum Theil $= \overset{II}{R}\overset{III}{R_2}Si_4O_{12}$ gesetzt werden, und verhält sich dann zu Spodumen wie Rhodonit zu Wollastonit. Die Veränderlichkeit seiner Zusammensetzung kann dann durch molekulare Verbindungen zwischen dieser Abart des Babingtonits und dem Rhodonit, den Plagioklasverbindungen zwischen Albit und Anorthit entsprechend, erklärt werden. In krystallographischer Beziehung unterscheidet sich der Babingtonit von dem Rhodonit nicht mehr als Albit von Anorthit. Da nun auch monokline Molekularformen von der Zusammensetzung $RFe_2Si_4O_{12}$, nämlich die des Akmits und Aegirins, vorkommen, so kann man den krystallochemischen Unterschied zwischen diesen und dem triklinen Pyroxen (Babingtonit) so bezeichnen, dass die monoklinen Formen aus zwei gleichen hemimorphen, die triklinen aus zwei ungleichen hemiëdrischen, zu einem holomorphen resp. holoëdrischen Molekularcomplex in der Richtung der $b$- resp. $a$-Axe vereinigten Partialmolekülen bestehen.

Dass nun auch die Molekularform des eigentlichen monoklinen $Ca(Mg,Fe)$-Pyroxen (Augit, Diopsid, Diallag etc.) aus zwei hemimorphen zu einem holomorphen Grundmolekül in der Richtung der Symmetrieaxe ($b$) vereinigten Partialmolekülen besteht, geht aus der schon oben nachgewiesenen Aehnlichkeit zwischen den Winkeln der Grundform des Pyroxens und denjenigen eines Bavenoer Zwillings des Anorthits (von dem Anorthoit-Typus Fig. 2) hervor.

Dagegen ist der Winkel der Pyramidenflächen des Pyroxens von dem Winkel der entsprechenden Prismenflächen des Anorthitzwillings verschieden, was eine verschiedene Stellung der $Si$-Atome des Pyroxenmoleküls von der im Feldspathmolekül andeutet. Dieses geht auch aus dem oben Abth. II) angeführten verschiedenen Verhältnissen der Normalen $ab^1 : b^1 = 1 : 2$ bei Feldspath und den der entsprechenden $\bar{a}bc^1 : ab^1 = 2 : 3$ bei Pyroxen hervor. Aber jenes Verhältniss nähert sich dem Normalenverhältnisse $\bar{a}bc^1 : b^1$ ($= 0{,}49 : 1$) für Pyroxen, was zu der Annahme $abc = Si$, $b = Ca$ führt, und also zu derselben Stellung für die $Ca$- (und $Mn$-)Atome wie im Wollastonit und Rhodonit, wogegen die $Mg$- resp. $Fe$-Atome eine prismatische oder $ab$-Stellung einnehmen müssen, da jener Pyroxen im Gegensatze zu der pinakoidalen Ausbildung des Wollastonits und Alkalipyroxens eine prismatische Ausbildung hat; das Verhältniss der reciproken Werthe der Normalen $ab_1 : \bar{a}bc_1 = 2 : 3$ führt weiter zur Annahme einer Kantenstellung für $Mg$, einer Flächenstellung für $Si$, welche also mit resp. zwei und drei Atomkräften (Dynamiden) angreifen.

In der Richtung der Symmetrieebene oder $a$-Axe ist, wie schon oben bei Kaolin angedeutet worden, die Molekularform des Pyroxens in seiner einfachsten Form gleichwie die des monoklinen Kaolins (9) als hemiëdrisch oder nur zur Hälfte ausgebildet zu betrachten, indem wir für die mono-

klinen und triklinen pyroxenartigen Silicate in der Richtung der $a$-Axe, entsprechend den Feldspatharten in der Richtung der $c$-Axe, ein einfaches hemimorphes Molekül und ein holomorphes Doppelmolekül anzunehmen haben. Jene Molekularform für die monoklinen Pyroxene ($2 CaRSi_2O_6$) ist unten mit der für rhombischen Pyroxen ($4 RSiO_3$) zusammengestellt, welche einer molekularen Zwillingsform des monoklinen Pyroxens oder einem Doppelzwilling resp. Bavenoer Vierling des Anorthits entspricht.




Monokliner Pyroxen. Rhombischer Pyroxen.

Folgende Zusammenstellung der Winkel der Grundform des monoklinen Pyroxens mit den entsprechenden des rhombischen Pyroxens kann die Richtigkeit dieser Auffassung bestätigen und zugleich anzeigen, dass die $Si$-Atome bei rhombischem Pyroxen den Flächen der oft vorherrschenden Pyramide $P2 = (122)(e)$ entsprechen, wobei das Axenverhältniss $a : b : c = 1,0302 : 1 : 0,5877$ gesetzt ist.

| Monokliner Pyroxen: | Rhombischer Pyroxen: |
|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0) = 92^{0}54'$ | $(110):(1\bar{1}0) = 91^{0}0'$ |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) = 59\ 12$ | $(122):(1\bar{2}2) = 59\ 2$ |

Wenn man in der Molekularform (14) $Ca$ als der $b$-Normale entsprechend ansieht, kommt man zu der Molekularform des schon oben angeführten Monticellits ($4 CaMgSiO_4$), welche aus zwei in der $a$-Richtung hemimorphen Partialmolekülen besteht. Im Gegensatze hierzu und in Uebereinstimmung mit den Molekularformen des Alkalipyroxens sind in den $Fe_2$- und $Al_2$-haltigen rhombischen Pyroxenen, wie auch in den monoklinen (Diallag), die $Fe_2$- und $Al_2$-Atome in die Endpunkte der $a$-Normale zu versetzen, wodurch die prismatische Ausbildung in eine pinakoidale übergeht. Hierbei können Doppel- resp. Tripelcomplexe in dieser Richtung entstehen, was die lamellare Absonderung und die bisweilen glimmerartige Spaltbarkeit parallel der $a$-Fläche bei diesen Abarten erklärt; dieses ist besonders bei dem sogenannten Bastit der Fall, welcher wohl auch, nach den optischen Verhältnissen und übrigen physikalischen Eigenschaften zu folgern, in wirklichen Glimmer (Phlogopit) übergehen kann.

Von den Molekularformen des monoklinen und rhombischen Pyroxens kommen wir, wie schon oben angedeutet ist, zu den entsprechenden

Amphibolformen durch Verdoppelung der vorigen in der Richtung der *b*-Axe, wobei angenommen werden muss, dass an dem Uebergange des Pyroxens in Amphibol (Uralit) drei Pyroxenmoleküle Theil nehmen, wie folgende Gleichung zeigt:

$$3 Ca_2Mg_2Si_4O_{12} = 2CaMg_3Si_4O_{12} + 4CaSiO_3.$$

$2Mg_3$-Atome verbinden sich hierbei, wie schon oben bei Olivin angedeutet ist, in der *a*-Richtung, während die *Ca*- und *Si*-Atome den *b*- und $b_2c$-Normalen resp. Flächen entsprechen, welche letzteren Flächen den Pyramidenflächen des Pyroxens bei den zwillingsartigen Zusammenwachsungen des Amphibols und Pyroxens parallel gehen.

Ein Vergleich dieser Molekularform des Amphibols mit der des Biotits (6 und 7) bestätigt dieselbe. Wie nämlich diese Grundformen des Biotits aus drei feldspathartigen Partialformen (110).(001) bestehen, so kann man sie auch als aus Partialformen (021).(100) bestehend betrachten, wenn man diese so stellt, dass ihre Domenflächen (021) den Prismenflächen der Biotitform parallel gehen und ihre Symmetrieebenen in der Mitte zwischen zwei Feldspathformen stehen. In diesen intermediären Richtungen zeigen die dem Biotitcomplex entsprechenden Drillingscomplexe des Plagioklases einen Winkel (ungefähr 73°), welcher sich dem entsprechenden Winkel $a:c = 75° 10'$ des Amphibols nähert. Dieses Verhältniss zwischen den Amphibol- und Biotitmolekülen erklärt die Metamorphosen des Amphibols in Biotit.

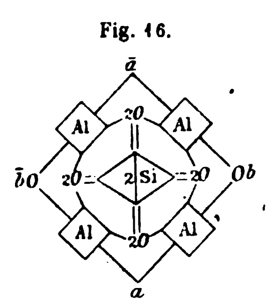
An Pyroxen, am nächsten an Alkalipyroxen (Akmit und Aegirin), schliesst sich der Låvenit (Brögger), mit deutlicher, orthopinakoidaler Spaltbarkeit und wahrscheinlich auch wie Spodumen und Alkalipyroxen pinakoidaler Stellung der positiven Radicale. An diesen schliesst sich weiter der Wöhlerit mit mimetisch-regulärer Form [(110):(̄110) = 90°; $\beta = 71°$], was eine tetragonale Stellung der positiven Atome (*Ca* und *Na*) in der Prismenzone, eine rhombische der *Si*- und *Zr*- resp. *Nb*-Atome in der Zone *a*—*c* andeutet.

An die rhombischen Amphibole (Anthophyllit resp. Gedrit) schliesst sich wahrscheinlich der Titan- und Zirkon-haltige Astrophyllit, indem dieses Mineral sich zu Anthophyllit in ähnlicher Weise wie Bastit zu Bronzit zu verhalten scheint.

Eine Reihe, analog mit der von Rhodonit, Pyroxen und Amphibol, bilden die hauptsächlich aus Aluminiumsilicaten bestehenden Mineralien Cyanit, Andalusit (Sillimanit) und Staurolith. Wenn man das Andalusitmolekül mit einem Bavenoer Vierlingscomplex des Anorthits vergleicht, in welchem die den *Al*-Atomen entsprechenden *c*-Flächen nach aussen liegen, kann das Grundmolekül des Cyanits mit einem von den vier einzelnen Theilen dieses Complexes, und die deutlichste Spaltungsfläche (*M*) desselben mit der *c*-Fläche (*P*) des Anorthits verglichen werden. Dieser Vergleichung

gemäss entsprechen die vier prismatischen Spaltungsrichtungen in der Grundform des Andalusits den vier $Al$-Atomen in der Formel $2Al_2SiO_5$. Diese Grundform ($a : b : c = 0,9861 : 1 : 0,7024$) nähert sich einem Hexaëder in diagonaler Stellung, die Hexaëderflächen den Prismenflächen des Andalusits entsprechend, und mit den Elementaratomen wie die Molekularformel 16 anzeigt angeordnet, nämlich den vier Aluminiumatomen in tetragonaler und den zwei Siliciumatomen in rhombischer Stellung, jene an den Endpunkten der Seitennormalen, diese an denjenigen der basischen Flächennormalen, also in gleichem Abstande vom Centrum.

Fig. 16.




Andalusit: $2Al_2SiO_5$.

Dass ausser dieser Molekularform noch andere für Andalusit resp. Chiastolith vorkommen, zeigt eine Analyse eines Andalusits von Gurban Schivar von Jeremejew (Russ. min. Ges. 1863, 140) mit $SiO_2$ 53,60, $Al_2O_3$ 43,10, $Fe_2O_3$ 1,01, welche zu der Formel $Al_2Si_2O_7$ führt mit $SiO_2$ 54,05 und $Al_2O_3$ 45,95 %. Diese Abart unterscheidet sich von den gewöhnlichen Andalusiten durch einen Prismenwinkel, welcher sich mehr dem für Pyroxen nähert, und also wohl auch durch eine der rhombischen Pyroxenform (15) ähnliche Molekularform mit $Al = ab$, $Si = abc$. Hierzu kommen der von mir analysirte Sillimanit von St. Michel und der von Komonen analysirte Xenolith in einem erratischen, wahrscheinlich von St. Michel herstammenden Block bei Peterhof, und man erhält so folgende homologe Serie für Andalusit-Sillimanit:

$(Al_2)_2Si_2O_{10}$ (Andalusit und Sillimanit z. Th.),
$(Al_2)_2Si_3O_{12}$ (Xenolith, Fibrolith z. Th.),
$(Al_2)_2Si_4O_{14}$ (Andalusit und Chiastolith z. Th.).

In dieser Reihe bildet der Xenolith das Zwischenglied, dem Andesin der Plagioklasserie entsprechend, und kann wie dieser als aus den zwei isomorphen Grenzgliedern zusammengesetzt angenommen und sein Grundmolekül daher gleich $2[(Al_2)_2Si_3O_{12}]$ gesetzt werden. Wenn man sich diese zwei Atome durch $Al_2$ in der Richtung der Normale der Spaltungsfläche verbunden denkt, könnte dieses die deutliche pinakoidale Spaltbarkeit des Sillimanits erklären.

Dass noch complicirtere Aluminiumsilicate in der Natur vorkommen. zeigt der Dumortierit ($Al_8Si_3O_{18}$), welchen man als Mittelglied einer der vorigen analogen homologen Reihe betrachten kann, mit $(Al_2)_4$ an Stelle von $(Al_2)_2$. Diese homologen Reihen entsprechen denen der Aluminiumhydrosilicate Kaolin, Halloysit, Kollyrit etc. Auch die von Rammelsberg aus zwei Analysen deducirte Formel $Al_{16}Si_9O_{42}$ zeigt eine complicirte Molekularform an aus acht Partialmolekülen, einem Doppelzwillingscomplex von Plagiosklas entsprechend, um ein Molekül $SiO_2$ als Kernmolekül.

Das Staurolithmolekül kann man als einen Complex von Andalusitmolekülen, durch das Doppelatom $Al_2$ vereinigt, ansehen, gleichwie die Olivinmoleküle durch $Mg_3$ in den Molekularcomplexen der Chondrodittypen. Auch für den Staurolith kommt man nämlich zur Annahme zweier Grundformen, einer so zu sagen inneren, auf welcher die Zwillingsebenen, und einer äusseren, worauf die Krystallflächen beruhen. Der Staurolith zeigt übrigens bisweilen eine Structur analog mit der des Chiastoliths, welche zu den Krystallflächen in einer ähnlichen Beziehung, wie die Structur des anomalen Granats, Vesuvians etc., steht.

Diese Complication in der molekularen Constitution des Stauroliths entspricht einer ähnlichen in der chemischen Zusammensetzung, wie die Analysen von Rammelsberg, Coloriano und Friedel anzeigen. Ausser den dreiatomigen Elementen $Al_2$ und $Fe_2$ kommen noch die zweiatomigen $Mg$ und $Fe$ vor, welche übrigens nach Grünhut (diese Zeitschr. 9) auch im Andalusit vorkommen. Es könnte jedoch in Frage gestellt werden, ob diese wirklich in den Molekülen des Andalusits resp. Stauroliths vorkommen, oder eher in mit diesen vereinigten homöomorphen rhombischen Pyroxenmolekülen.

Da das Andalusitmolekül mimetisch-regulär ist, könnte man a priori vermuthen, dass durch molekulare Zwillingsverwachsung ein regulärer Molekularcomplex entstehen könnte; und in der That scheint der tetraëdrische Zunyit aus einem solchen zu bestehen, um eine Hydroxyl-Fluorverbindung als Kernmolekül vereinigt.

Als einen aus Andalusitmolekülen zusammengesetzten Molekularcomplex kann man auch den des Topas ansehen. Nach der von Rammelsberg angenommenen Formel $5Al_2SiO_5 + Al_2SiFl_{10}$ könnte man nämlich annehmen, dass fünf andalusitartige Moleküle, um ein Kernmolekül $Al_2SiFl_{10}$ vereinigt, ein hemimorphes Topasmolekül bildeten. Dass Topas eine complicirte molekulare Constitution hat, zeigen auch die bedeutenden sowohl krystallographischen wie optischen Anomalien, welche Grünhut, Des Cloizeaux, Mallard, Friedel u. A. beschrieben haben.

Eine ganz andere Molekularconstitution muss für den mit Topas krystallographisch ähnlichen, aber chemisch unähnlichen Danburit angenommen werden, dessen morphotropische Verwandtschaft mit Leukophan, Melinophan und Skapolith schon oben (Abth. I) dargelegt worden ist. Dass auch in chemischer Hinsicht diese Mineralien verwandt sind, zeigt folgende Zusammenstellung, worin die krystallochemischen Constitutionsformeln für Leukophan und Melinophan aus den von Brögger (l. c.) gegebenen empirischen Formeln hergeleitet sind, und die für Skapolith (mit $SiO_2 = 40$ —50 %) mit den von Rammelsberg angenommenen Formeln übereinstimmen. Ich ziehe diese den von Tschermak gegebenen Formeln vor, weil sie sich besser den übrigen Silicaten der genannten morphotropischen Reihe

anschliessen, und weil Rammelsberg auch den von Dana sogenannten Paranthin von Pargas aufnimmt, welcher nach den Analysen von N. Nordenskiöld eine mit Anorthit isomere oder polymere Abart des Skapoliths ist; dieses zeigen auch meine Analysen eines Skapolith von Helsingfors (Finska Vet. Soc. »Bidrag« 46) und des oben genannten Anorthoits von Sillböle. Auch Dölter (Chem. Mineralogie 1890) sagt, dass ohne Zweifel ein Skapolith mit der chemischen Zusammensetzung des Anorthits existirt. Die Skapolithe mit höherem $SiO_2$-Gehalt als 50 % habe ich hier nicht berücksichtigt. Wahrscheinlich enthalten sie, wie der grössere $Na$-Gehalt zeigt, eine Verbindung von der Zusammensetzung des Albits, welche in der Skapolithgruppe gleichwie in der des Plagioklas isomorph mit $CaAl_2Si_2O_8$ ist.

| | | |
|---|---|---|
| | Danburit | $2(Ca\overset{III}{B_2}Si_2O_8)$ |
| | Leukophan | $2(Ca\overset{II}{Be_3}Si_2O_8 + 2CaSi_2O_5 + 3NaFl)$ |
| | Melinophan | $2(Na_2\overset{II}{Be_3}Si_2O_8 + 4CaSiO_3 + BeFl_2)$ |
| Skapolith | Paranthin | $4(CaAl_2Si_2O_8)$ |
| | Mejonit | $4(CaAl_2Si_2O_8) + Ca_2SiO_4$ |
| | Wernerit | $4\begin{Bmatrix}CaAl_2Si_2O_8 \\ Na_2Al_2Si_2O_8\end{Bmatrix} + 2CaSi_2O_5$ . |

Wir haben in den Molekularcomplexen dieser Silicate ein Hauptmolekül von den Neben- resp. Kernmolekülen zu unterscheiden, jenes mit Anorthit, diese mit Wollastonit ähnlich zusammengesetzt, von welchen jedoch die letzteren in den Molekularcomplexen des Danburits und Paranthits vermisst werden, während die in einigen Skapolithvarietäten (Wernerit) als Kernmolekül vorkommende $NaCl$-Verbindung dem $NaFl$ im Leukophan entspricht. In dem Grundmolekül des Danburits kann man in Analogie mit dem der Pyroxenarten $2B_2 = a$ und $\bar{a}$ ($Al_2$ im Pyroxen entsprechend), $2Ca = b$ und $\bar{b}$, $4Si =$ den vier Pyramidennormalen setzen, wodurch eine hemimorph-rhombische Molekularform gebildet wird. Für Leukophan und Melinophan haben wir dagegen, den krystallographischen und chemischen Verhältnissen gemäss, drei Partialmoleküle anzunehmen: ein Hauptmolekül ähnlich dem des Danburits, aber mit $\overset{II}{Be_3}$ an Stelle von $\overset{III}{Bo_2}$ und die $Si$-Atome nicht einseitig hemimorph, sondern hemiëdrisch-sphenoidal gestellt, den abwechselnden vier Pyramidenflächen entsprechend, und zwei damit homöomorphe Nebenmoleküle an jedem Ende seiner Hauptaxe, ebenso mit den $Si$-Atomen sphenoidisch angeordnet. Von den drei $Na_2Fl_2$-Molekülen kann eines als Kernmolekül in dem Hauptmolekül, die zwei anderen resp. die zwei $BeFl_2$-Moleküle im Melinophan, als verbindende Glieder (Zwischenmoleküle) zwischen diesem und den zwei Nebenmolekülen betrachtet werden. Hierbei kann noch bemerkt werden, dass in den zwei Nebenmolekülen des Leukophans nur zwei, in den des Melinophans vier $Ca$-Atome, vier

gleichen Normalen ($a = b$) entsprechend, vorkommen, was die grössere Annäherung dieses letzteren zu dem tetragonalen Systeme erklärt. Uebrigens stehen die rhombischen Nebenmoleküle zu dem monoklinen Wollastonit in demselben Verhältnisse wie das Hauptmolekül zum Spodumen, d. h. einem Zwillingscomplex von diesem entsprechend oder einem Vierlingscomplex von Anorthit, von welchem der mit Danburit wahrscheinlich isomorphe Barsowit als eine polymere Modification betrachtet werden kann.

Für die Grundform des Skapoliths kommen wir, in Hinsicht der Analogie sowohl mit den genannten morphotropen Silicaten als mit dem Zwillingscomplex des Anorthits (Fig. 5) zu der Annahme, dass die *Si*-Atome den Pyramidenflächen, die $Al_2$- und *Ca*-Atome resp. den Deutero- und Protoprismenflächen entsprechen, indem, wie oben (Abth. II) gezeigt worden ist, die reciproken Werthe der Normalen $ab : abc = 1 : 2 = 6 : 12$ ($Ca : Si$).

Dagegen sind im Vesuvian, den oben angedeuteten entgegengesetzten Formverhältnissen des Vesuvians und Skapoliths gemäss ($ab : abc$ für Skapolith $= a : ac$ für Vesuvian), die *Ca*-Atome $= a$ resp. $b$ (die Normale des Deuteroprismas), die *Si*-Atome $= ac$ resp. $bc$ (die Normale der Deuteropyramide). Die $Al_2$-Atome entsprechen dann den intermediären Protoprismenrichtungen, üben aber, wie es scheint, keinen Einfluss auf die äussere Form aus, indem sie im Vesuvian wie im Skapolith die einzelnen Partialmoleküle zusammenhalten. Diese entgegengesetzte oder verwendete Stellung der Molekularformen des Skapoliths und Vesuvians ist analog mit der zwischen Spodumen resp. Alkalipyroxen und *Ca*-Pyroxen oder zwischen Biotit und Sprödglimmer. Weiter zeigen die obigen Vergleichungen der Grundformen des Skapoliths und Vesuvians mit einem Zwillingscomplex des Anorthits, dass der mit der Skapolithform in seinen Winkeln analoge Vierlingscomplex von Plagioklas aus zwei Hälften, der der Vesuvianform ähnliche nur aus der einen Hälfte der Anorthoitform (Fig. 2) zusammengesetzt ist, und dass also der alkalihaltige Skapolith zu dem alkalifreien Vesuvian sich verhält, wie Alkalifeldspath zu Calciumfeldspath oder wie Spodumen zu dem alkalifreien Pyroxen.

Uebrigens muss der Vesuvian, wie zum Theil auch der Skapolith, aus zwei isomorphen Verbindungen bestehen, indem die von Rammelsberg gegebenen empirischen Formeln für Vesuvian auf folgende Weise ausgedrückt werden können:

$$m \overset{\text{II}}{R} \overset{\text{III}}{R_2} Si_2 O_8 + n R_2 Si O_4 \,,$$

worin $m : n = 1 : 1,\ 2 : 3,\ 4 : 7$, also zwischen $1 : 1$ und $1 : 2$ angenommen werden kann. Diese zwei isomorphen Moleküle können entweder nebeneinander zusammenkrystallisiren, oder das aluminiumfreie kann als Kernmolekül zwischen zwei hemimorphen Complexen der aluminiumhaltigen Verbindung vorkommen. Diese verschiedenen Verhältnisse erklären die

Variationen der Winkel der verschiedenen Vesuvianarten, wie die Ungleichheit der Winkel derselben Form durch die Zusammensetzung des Molekularcomplexes des Vesuvians aus weniger symmetrischen Partialmolekülen in molekularer Zwillingsverwachsung erklärt wird. Dass jedoch der Vesuvian, wie anomale Krystalle im Allgemeinen, bei höherer Temperatur normal tetragonal gewesen ist, zeigen die von Prendel gemachten Versuche mit Wiluit, dessen optische Zweiaxigkeit bei Temperaturerhöhung vermindert wird.

Wie schon oben angedeutet ist, steht der Leucit zu Skapolith in demselben Verhältnisse wie Granat, besonders der sehr anomale, in aufgewachsenen Krystallen ($\infty O . \infty O 2$) vorkommende Granat von Pitkäranta, zu Vesuvian. Der Granat ($R_3 R_2 Si_3 O_{12}$) zeigt dieselbe Zusammensetzung wie das Verhältniss $m:n = 1:1$ in der des Vesuvians; der Leucit ($Ka_2 Al_2 Si_4 O_{12}$) verhält sich in quantitativer Beziehung zu Paranthin wie Andesin zu Anorthit, und kann in Rücksicht hierauf $= Ka_2 Al_2 Si_6 O_{16} + Ka_2 Al_2 Si_2 O_8 = 2(Ka_2 Al_2 Si_2 O_8 + Si_2 O_4)$ gesetzt werden. Nach der oben gemachten Vergleichung zwischen der Ikositetraëderform des Leucits und dem dieser entsprechenden Zwillingcomplexe des Plagioklases muss man ein Leucitmolekül betrachten als bestehend aus sechs hemimorphen pseudotetragonalen Molekularcomplexen (Fig. 5 der Tafel), also aus 24 quasi-monoklinen ($24 Ka_2 Al_2 Si_2 O_8 + Si_2 O_4$), jeder einem Bavenoer Zwilling der Anorthitform (Fig. 2) ähnlich, und folglich aus 48 asymmetrischen Partialmolekülen, deren (den $Si$-Atomen entsprechenden) Prismenflächen den Ikositetraëderflächen von Leucit, oder den damit vicinalen Hexakisoktaëderflächen gleichkommen. In diesem anomalen Zustande entspricht der Leucit einem anomalen Orthoklas (Anorthoklas). Ja es scheint sehr wahrscheinlich, dass der Leucit bei gewöhnlicher Temperatur nichts anderes ist, als eine Feldspathart von der Zusammensetzung des Hyalophans oder Andesins, welcher bei höherer Temperatur in eine polymere Modification davon übergeht.

Der Uebergang zwischen dem anomalen Leucit und dem anomalen Granat bilden die genannten anomalen aufgewachsenen Granatkrystalle von Pitkäranta, welche sich durch Tetrakishexaëderflächen vicinal zu $\infty O$, von der allgemeinen Formel $\infty O \frac{m}{m-1}$, im Mittel $= \infty O \frac{11}{10}$, auszeichnen. Durch Untersuchungen von Platten, den Hexaëder- und Oktaëderflächen parallel, im polarisirten Lichte habe ich gefunden, dass diese Krystalle ein inneres Skelett von scharf abgesonderten, asymmetrischen Zwillingslamellen mit dem Auslöschungswinkel 15° und den rhombendodekaëdrischen Pseudosymmetrieebenen parallel gehend, besitzen. Die Krystallräume zwischen diesen Lamellensystemen zeigen meistens Aggregatpolarisation; nur die parallel mit der Aufwachsungsebene gehende hexaëdrische Platte zeigt sich in der Mitte apolar und verhält sich also der basischen Ebene eines tetragonalen

Krystalles ähnlich, während das Tetrakishexaëder ($\infty O 2$), dessen Flächen nach Arzruni als Zwillingsebenen auftreten, zum Theil den der Deuteropyramide $P\infty$ gleichkommen.

Der anomale dodekaëdrische Granat (Melanit) von Pitkäranta hat also eine Ausbildung analog mit der des Vesuvians und wohl auch eine mit diesem analoge Molekularstructur. Dagegen zeigt der mit Wiluit zusammen vorkommende ikositetraëdrische Grossular ein weniger scharfes, an das des Leucits erinnerndes Lamellensystem, den Dodekaëderflächen und also wohl auch den Domenflächen des Zwillingscomplexes von Plagioklas parallel gehend, während in dem genannten dodekaëdrischen Melanit die Zwillingslamellen den pinakoidalen Zwillingsebenen dieses Zwillingscomplexes entsprechen.

Von diesen anomalen Granatvarietäten bis zu dem vollkommen normalen in Granit eingewachsenen Eisenaluminiumgranat (Almandin) findet sich nun eine Menge von Klein, Mallard u. A. beschriebener Uebergänge, welche jedoch alle auf einer grösseren oder kleineren Veränderung der ursprünglichen Atom- resp. Molekular-Anordnung beruhen müssen. Die bei Temperaturveränderung bewirkte innere Spannung oder Druck, wie auch die von Brauns beobachtete Anomalie durch Zusammenlagerung homöomorpher Moleküle können dabei nur als mitwirkende Nebenursachen betrachtet werden. Dass der anomale Granat nicht wie Leucit bei Temperaturerhöhung in den ursprünglichen normalen Zustand übergeht, beruht wohl auf den verschiedenen Elementarbestandtheilen der beiden, indem die alkalihaltigen Verbindungen im Allgemeinen leichter als die alkalifreien aus dem einen in den anderen Zustand überzugehen scheinen, was eine grössere Beweglichkeit oder geringere Trägheit (Indifferenz) der Moleküle jener im Vergleich mit diesen anzeigt. Die grössere Mannigfaltigkeit der anomalen Molekularstructur des Granats als derjenigen des Leucits erklärt sich dadurch, dass der Granat nicht nur aus pseudotetragonalen, sondern auch, gleichwie der Sodalith, aus pseudohexagonalen Molekularcomplexen aufgebaut ist, und jeder von diesen sich in rhombische mono- und asymmetrische Partialmoleküle sondern kann.

Zu den Silicaten, welche in ihren Prismenzonen mit der brachydiagonalen ($a$-) Zone des Bavenoer Zwillingscomplexes von Plagioklas übereinstimmen, gehören auch die Zeolithe, welche sowohl krystallographisch wie chemisch sich den Plagioklasen anschliessen, indem sie sich auf ähnliche homologe Reihen zurückführen lassen, wie Streng, Fresenius und Rammelsberg gezeigt haben. So bildet die Desmingruppe folgende homologe Reihe:

| | | |
|---|---|---|
| Desmin | $\overset{II}{R}Al_2Si_6O_{16} + 6H_2O$; | ($\overset{II}{R} = Ca, Na_2$) |
| Harmotom | $\overset{II}{R}Al_2Si_5O_{14} + 5H_2O$; | ($\overset{II}{R} = Ba, Ka_2$) |
| Phillipsit | $\overset{II}{R}Al_2Si_4O_{12} + 4H_2O$; | ($\overset{II}{R} = Ca, Ka_2, Na_2$). |

Da aber nach den Untersuchungen von Damour (siehe Rammelsberg, Mineralchemie 2) im Desmin 2 und im Harmotom 1 Mol. $H_2O$ als Constitutionswasser (Hydroxyl) betrachtet werden muss, so erhalten diese isomorphen Zeolithe eine gleiche Anzahl Krystallwassermoleküle. Diese müssen in dem holomorphen physikalischen Molekül = 8 gesetzt werden, indem der Phillipsit in Uebereinstimmung mit dem entsprechenden Glied der Plagioklasreihe $= (\overset{II}{R}Al_2Si_6O_{16} + 6\text{ aq}) + (\overset{II}{R}Al_2Si_2O_8 + 2\text{ aq}) = 2(\overset{II}{R}Al_2Si_4O_{12} + 4\text{ aq})$ ist. In Uebereinstimmung hiermit und in Analogie mit früheren ähnlichen Fällen in der Feldspath-, Glimmer- u. a. Gruppen kann man dann annehmen, dass im Desmin 2 (resp. 4) und im Harmotom 1 (resp. 2) Mol. $SiO_2$ nebst den genannten Hydroxylmolekülen innerhalb des Molekularcomplexes auftreten, und dass mit Hinsicht auf die oben (Abth. I) angeführte Analogie zwischen dem Formencomplex des Desmins und einem Plagioklaszwillingscomplex 4 (resp. 8) $Si$-Atome den Pyramidenflächen des rhombischen Complexes oder den Prismenflächen der monoklinen Partialformen und die $Ca$- und $Al_2$-Atome den Pinakoidflächen entsprechen.

An diese homologen Reihen schliessen sich die rhombischen resp. monoklinen, pseudotetragonalen Mineralien Gismondin und Zeagonit mit resp. 3 und 2 Molekülen $SiO_2$, aber mit constantem Wassergehalt (4 Mol. $H_2O$) an. Dagegen hat der weniger symmetrische, mono- resp. trikline Heulandit eine ungerade Anzahl von Wassermolekülen, 5 oder 3, je nachdem man die gesammte Anzahl oder nur die von Damour und Rammelsberg als Krystallwasser zu betrachtenden Moleküle berücksichtigt. Da nun übrigens der Heulandit analog mit Desmin zusammengesetzt ist, muss wohl die verschiedene Krystallform dem ungleichen Krystallwassergehalt zugeschrieben werden, was auch durch die Veränderung des Heulanditkrystalles in optischer Hinsicht beim Fortgehen der drei Krystallwassermoleküle angezeigt wird; nach den Untersuchungen von Rinne kann diese Veränderung als eine Annäherung zum rhombischen Systeme gedeutet werden. Eine solche Veränderung habe ich auch bei dem zwischem Desmin und Heulandit stehenden Epistilbit aus Island beobachtet, woraus geschlossen werden kann, dass der Epistilbitkrystall bei höherer Temperatur normal rhombisch gewesen ist, wie wahrscheinlich auch der Desmin, aber bei niederer Temperatur in zwei monokline, mit Heulandit analoge Partialformen getheilt worden ist.

In der Gruppe der Nadelzeolithe verhält sich der monokline Skolezit ($CaAl_2Si_3O_{10} + 3H_2O$) zu dem rhombischen Natrolith ($Na_2Al_2Si_3O_{10} + 2H_2O$), wie der Heulandit zum Desmin in der Gruppe der Blätterzeolithe, d. h. das Molekularverhältniss zwischen dem Skolezit und dem Natrolith ist = 1 : 2 oder gleich dem Verhältnisse zwischen Anorthit und Albit. Da nun der Skolezit gleich

$(CaAl_2Si_6O_{16} + 6\,aq) + 3(CaAl_2Si_2O_8 + 2\,aq) = 4(CaAl_2Si_3O_{10} + 3\,aq)$

gesetzt werden kann, so ist das Skolezitmolekül gleich vier, das des Natroliths gleich acht hemiëdrisch-triklinen plagioklasähnlichen Partialmolekülen ($RAl_2Si_2O_8 + SiO_2$) mit 12 resp. 8 Molekülen Krystallwasser zu setzen, worauf auch, wie oben (Abth. I) gezeigt worden ist, die Krystallformen dieser Zeolithe hinweisen. Diese Vergleichung der genannten Formen mit den entsprechenden Zwillingsformen des Plagioklases zeigt weiter, dass die Grundformen des Desmins und Natroliths in verwendeter Stellung zu einander stehen, indem die Prismen- und Domenflächen dieses letzteren den Pinakoid- und Pyramidenflächen jenes krystallochemisch gleichkommen.

Die in die oben angenommene Zusammensetzung für Natrolith und Skolezit eingehende Verbindung $RAl_2Si_2O_8 + 2$ aq bildet in Form eines Doppelmoleküls mit $(HO)_2$ als verbindendem Kernmolekül das Grundmolekül des Thomsonits, dessen Axenverhältniss auch auf ein solches hinweist, indem seine $c$-Axe $= 0{,}714 = 2 \cdot 0{,}352$ oder zweimal der Hauptaxe des Natroliths ist.

Auch der Laumontit schliesst sich in morphologischer Beziehung den Nadelzeolithen an, obgleich seine empirische Formel gleich der des Phillipsits ist, wobei jedoch nur die Hälfte des Wassergehaltes oder 2 Mol. $H_2O$ als Krystallwasser zu betrachten ist, welches der Monosymmetrie des Laumontits im Gegensatze zur Disymmetrie des Phillipsits entspricht. Krystallochemisch kann der Laumontit mit dem Pyroxen verglichen werden, und verhält sich zum Analcim wie Partschin zum Granat.

Wie die Zeolithe der Desmin- und Natrolithgruppe können auch die der Chabasitgruppe sowohl in Hinsicht ihrer chemischen wie krystallographischen Verhältnisse als Verbindungen von wasserhaltigen Plagioklasen, welche sich in zwei homologe Reihen anordnen lassen, betrachtet werden, die eine mit Grenzgliedern mit resp. 8 und 4 Mol. $H_2O$, die andere mit 7 und 3 Molekülen. Doch kommen nicht die Grenz- sondern die Mittelglieder und vorzugsweise die mit 6 Mol. $H_2O$ vor. Man kann also annehmen, dass wie die pseudo- resp. mimetisch-tetragonalen Zeolithe Molekularcomplexe mit 4 Mol. Krystallwasser oder Multipla davon enthalten, so die mimetisch-hexagonalen 6 Moleküle, theils mit, theils ohne Hydroxyl als Kernmolekül.

Das Apophyllit-Molekül kann man sowohl mit Hinsicht der oben angeführten krystallographischen und optischen Verhältnisse wie auch seiner chemischen Zusammensetzung (nach Rammelsberg) betrachten als bestehend aus vier rhombischen Okenit-Molekülen um ein Mol. $KaFl$ (nebst Hydroxyl) als Kernmolekül:

| | |
|---|---|
| Okenit | $H_2CaSi_2O_6 +$ aq, |
| Apophyllit | $4(H_2CaSi_2O_6 +$ aq$) + KaFl$. |

Der Prismenwinkel des Okenits ($= 58^0$) ist nämlich nahe gleich dem

Mittelkantenwinkel der Pyramide (60°—59°) des Apophyllits; und nach oben angenommener Atomlagerung von Anorthit, Wollastonit und Margarit kann für den Okenit $Ca = b$, $Si = ab$ gesetzt werden, und in Folge davon für Apophyllit $Ca = c$, $Si = abc$.

Der Analcim schliesst sich krystallochemisch dem Leucit an. Dass eine nahe Analogie ihrer Molekularstructur vorliegt, zeigt der von Lemberg nachgewiesene Uebergang des einen in den anderen. Im polarisirten Lichte zeigen die kleineren, z. B. die von Schultén gemachten Analcimkrystalle eine analoge Theilung in scheinbar rhombische Theile, wie kleinere Leucitkrystalle, wogegen grössere Krystalle, wie die des in Süd-Norwegen vorkommenden Eudnophits (nach Brögger l. c.) Zwillingslamellen nicht nur parallel mit den Rhombendodekaëder-, sondern auch mit den Hexaëderflächen zeigen, und diese schärfer als jene, in Uebereinstimmung mit dem Plagioklaszwillingscomplex in der für die Vergleichung mit Leucit angenommenen Stellung (siehe Fig. 6), so dass die Flächen des Hexaëders den Pinakoidflächen, die des Rhombendodekaëders den Brachydomenflächen und die des Ikositetraëders den Prismenflächen des Plagioklascomplexes entsprechen.

Die dritte Abtheilung der Silicate oder diejenige, welche in einer Hauptzone Aehnlichkeit mit der rhombisch-monoklinen $b$-Zone der Feldspatharten zeigen, können jedoch nicht so direct mit diesen verglichen werden, wie die meisten vorher angeführten; und es ist darum schwieriger, in eine nähere Betrachtung ihrer Molekularconstitution einzugehen. Sie können daher hier nur in grösserer Allgemeinheit betrachtet werden.

Die schon oben angezeigte krystallographische Aehnlichkeit dieser Silicate steht mit einer entsprechenden chemischen im Zusammenhange, wie folgende Zusammensetzung zeigt:

| | |
|---|---|
| Prehnit | $H_2Ca_2Al_2Si_3O_{12}$ , |
| Datolith | $H_2Ca_2B_2Si_2O_{10}$ , |
| Homilit | $FeCa_2B_2Si_2O_{10}$ , |
| Gadolinit | $FeBe_2Y_2Si_2O_{10}$ , |
| Euklas | $H_2Be_2Al_2Si_2O_{10}$ , |
| Zoisit | $H_2Ca_2Al_2Si_2O_{10} + 2CaAl_2Si_2O_8$ , |
| Epidot | $H_2Ca_2(Al_2, Fe_2)Si_2O_{10} + 2CaAl_2Si_2O_8$ , |
| Orthit | $H_2(Ca, \overset{II}{Fe})_2(Al_2, Ce_2, \overset{III}{Fe_2})Si_2O_{10} + 2CaAl_2Si_2O_8$ . |

Auch die Zusammensetzung des Johnstrupits resp. Mosandrits scheint sich dieser Reihe, am nächsten dem Orthit anzuschliessen, jedoch mit einem einfachen $Ca$-Silicat an Stelle des $CaAl$-Silicats.

Der Homologie des Prehnits und Datoliths wird von ihren oben angeführten krystallographischen Verhältnissen entsprochen, wenn man sich das Prehnitmolekül gleich zwei Datolithmolekülen durch ein Kernmolekül

von $2SiO_2$ verbunden denkt. Uebrigens kann man bei der Betrachtung der Molekularverhältnisse dieser Silicate von dem Epidot ausgehen, welcher nach obiger Auffassung aus 2 Mol. einer mit Anorthit analogen Verbindung ($CaAl_2Si_2O_8$) und 1 Mol. $H_2Ca_2Al_2Si_2O_{10}$ resp. $H_2Ca_2Fe_2Si_2O_{10}$ besteht. Diese Auffassung wird durch die Analysen bestätigt, indem nach diesen das Maximum des $Fe_2O_3$-Gehaltes = 17 % ist. Nach dieser Ansicht sind die Epidotvarietäten Verbindungen von einem $Al_2O_3$-Epidot von der Zusammensetzung des Zoisits und einem $Fe_2O_3$-Epidot, dessen berechnete Zusammensetzung nachstehend mit einem Epidot von Arendal (nach Scheerer) zusammengestellt ist.

| | Eisen-Epidot: | Epidot von Arendal: | |
|---|---|---|---|
| $6SiO_2$ | 37,27 | 37,59 | |
| $2Al_2O_3$ | 21,12 | 20,73 | |
| $Fe_2O_3$ | 16,57 | 16,57 | |
| $4CaO$ | 23,18 | 22,64 | ($MgO$ = 0,41) |
| $H_2O$ | 1,86 | 2,11 | |
| | 100,00 | 100,00 | |

Diese Auffassung steht auch mit den oben (Abth. I) angeführten krystallographischen Verhältnissen des Epidots in Uebereinstimmung, wonach das Epidotmolekül durch die längere Diagonalebene der Grundform, welche dem negativen Doma ($-P\infty$) parallel geht, in zwei ungleiche Theile getheilt werden kann: der eine Theil aus zwei hemimorphen Partialmolekülen $2CaAl_2Si_2O_8$, der andere aus $Ca_2Al_2Si_2O_9$ resp. $Ca_2Fe_2Si_2O_9$ bestehend und durch ein Kernmolekül $H_2O$ mit dem vorigen verbunden. Diese zwei Theile verhalten sich zu einander wie die zwei Theile der Molekularform des Albits in der Richtung der Brachydiagonale, und wie man von jenen durch Zwillingsbildung zuerst einen pseudomonoklinen, dann einen pseudorhombischen Formencomplex erhält, so kommt man auch von der Epidotform, wie oben angedeutet ist, zu den monoklinen und rhombischen Formen der Datolith-Zoisitreihe. In Uebereinstimmung hiermit sind die Molekularformen des Datoliths, Homilits und Gadolinits als hemiëdrisch-monoklin analog mit denen des Kaolins und Pyroxens zu betrachten, worauf auch das von Brögger (diese Zeitschr. **16**, 147) angegebene Verhältniss zwischen Gadolinit und Homilit (resp. Datolith), dass die positive Seite jenes der negativen Seite dieses entspricht, hinzudeuten scheint. Uebrigens zeigt die von Brögger gefundene »Stundenglasstructur« des Homilits eine molekulare Zwillingsverwachsung an mit den $a$- und $c$-Flächen, (100) und (001), als Zwillingsebenen, und so zusammengesetzt, dass an einem centralen Zwillingscomplex einfache Moleküle sich symmetrisch anlagern.

Nach den oben (Abth. II) angeführten reciproken Werthen der Normalen der Grundflächen am Epidot kann man $c = Ca$, $ab$ und $abc = Si$ setzen, und daneben annehmen, dass sie durch Kantenstellung die nahezu

oktaëdrischen Winkel in den Prismen- und Pyramidenzonen bewirken. Die $Al_2$- (resp. $Fe_2$-)Atome könnte man der $a$- (resp. $\bar{a}$-) Fläche ($T$) gleich setzen, da diese, wie oben gezeigt worden ist, der $c$-Fläche ($P$) des Feldspaths entspricht. An dem Datolith verhält sich die Flächennormale der gewöhnlichsten Pyramide —P2 (= sin 29° 31′) zu der Normale des Klinopinakoids ($b$-Axe) = 0,49 : 1 oder nahe gleich 0,5 : 1, und also die reciproken Werthe $ab_2c_2 : b_1 = 2 : 1$ oder wie $ab_1 : c_1$ (= $Si : Ca$) am Epidot. Dieses führt für Datolith zur Annahme einer mit der für Kaolin (9) ähnlichen Molekularformel mit $Ca$ an Stelle des Wasserstoffes und $B_2$ an Stelle des Aluminiums. Die pinakoidale Stellung der Atome $Ca$ und $B_2$ entspricht der normalen Ausbildung: $ab$, $ab_2$, $a_2b$ etc.

Diese Auffassung des Verhältnisses zwischen den genannten monoklinen und rhombischen Silicaten lässt sich auch auf die krystallochemischen Verhältnisse zwischen Titanit und Lievrit anwenden, welche Silicate (siehe oben Abth. I) in krystallochemischer Beziehung sich dem Epidot und seinen Verwandten anschliessen. Für Titanit erhält man folgendes Verhältniss der Normalen der Hauptflächen $r(110)$, $n(221)$, $l(\bar{1}11)$ nach Dana's Grundform:

$$\begin{aligned} \bar{a}b^1 &= \sin 33^\circ 15' = 0{,}5483 \ (3), \\ \bar{a}bc^1 &= \sin 33 \quad 7 \ = 0{,}3918 \ (2{,}14), \\ abc^2 &= \sin 21 \quad 54 \ = 0{,}3730 \ (2{,}04). \end{aligned}$$

Man erhält also für Titanit dasselbe Verhältniss der reciproken Werthe der Normalen der genannten Prismen- und hemipyramidalen Flächen wie oben für Pyroxen, was zu der Annahme führt, dass $Ca$ den Prismen-Normalen, $Si$ und $Ti$ den Pyramiden-Normalen entsprechen, jenes in Kanten-, diese in Flächenstellung. Da nun weiter $n : n = 43^\circ 48'$, $l : l = 46^\circ 8'$, oder gleich den Hauptflächenwinkeln für Anatas (43°24′) und Quarz (46°26′) sind, kann man annehmen, dass die $n$-Flächen den $Ti$-Atomen, die $l$-Flächen den $Si$-Atomen entsprechen; und man erhält so für Titanit ($Ca_2Ti_2Si_2O_{10}$) eine analoge Molekularform, wie für einige früher angeführte monokline Silicate, nämlich ein aus zwei ungleichen Partialmolekülen in der Richtung der Symmetrieebene bestehendes Molekül, das eine $Ca$ (= $\bar{a}b$) und $Si$ (= $\bar{a}bc$), das andere $Ti$ (= $a_2b_2c$) enthaltend. — Ein solches $Ti$-haltiges Partialmolekül ist wohl auch in dem von Brögger (l. c.) sogenannten Ainigmatit (Cossyrit Förstner's) anzunehmen, an ein triklines Babingtonitmolekül gefügt und ein Spaltungsprisma von 66° 6′, gleich dem Winkel des Titanitprismas verursachend.

Auf Grund der oben angeführten krystallochemischen Beziehungen zwischen Lievrit und Titanit kann man annehmen, dass sie in krystallochemischer Hinsicht zu einander in demselben Verhältnisse stehen, wie mehrere im Vorhergehenden angeführte, nahe verwandte rhombische und monokline Silicate, d. h. dass das Lievritmolekül aus zwei quasi-monoklinen

Partialmolekülen, der positiven, $CaSiO_3$ enthaltenden Hälfte des Titanitmoleküls entsprechend, zusammengesetzt ist. Doch ist hierbei zu bemerken, dass Lièvrit eine normale Ausbildung in der Prismenzone zeigt, indem das Prisma $\infty\breve{P}2$ dem Grundprisma $\infty P$ zunächst folgt, während am Titanit das Prisma $\infty P3$ das gewöhnlichste secundäre Prisma ist. Dieses deutet auf eine pinakoidale ($b$-)Stellung für $Ca$ im Lièvrit, im Gegensatze zur prismatischen im Titanit (nach Dana's Grundform). Für die dreiatomigen Radicale $Al_2$, $Y_2$ und $Fe_2$ in den Molekülen des Yttrotitanits und Lièvrits könnte man dann eine ähnliche Stellung wie in denjenigen mehrerer vorhergehender Silicate der zweiten und dritten Abtheilung, nämlich eine ortho- resp. makropinakoidale $a$-Stellung, annehmen, indem die Grundform des Lièvrits in der Richtung der $a$-Axe sich am meisten von der entsprechenden Richtung des Titanits unterscheidet. Doch scheinen $Al_2$ und seine Stellvertreter hier wie in mehreren vorhergehenden ähnlichen Fällen weniger Einfluss auf die äussere Formen auszuüben als $Ca$ und $Si$.

Auch zwischen Lièvrit und Epidot resp. Zoisit könnte man eine Beziehung finden, wenn man die Formel des Lièvrits auf folgende Weise schreibt:

$$H_2Ca_2\overset{III}{Fe_2}Si_2O_{10} + Fe\overset{II}{Fe_3}Si_2O_8 ,$$

indem der Lièvrit dann betrachtet werden kann als mit Epidot analog zusammengesetzt, aber mit einer Eisenolivinverbindung an Stelle der Anorthitverbindung des Epidots, was die von Websky angezeigte Analogie zwischen den Formen des Lièvrits und Humits erklären könnte.

Der Kentrolith, welcher in der Prismenzone sich den mit Epidot verwandten monoklinen und rhombischen Silicaten anschliesst, zeigt auch in seiner chemischen Zusammensetzung ($Mn_2Pb_2Si_2O_9$) Aehnlichkeit mit diesen, woraus geschlossen werden kann, dass das Constitutionswasser als Kernmolekül keinen oder wenig Einfluss auf die äussere Form ausübt.

Den epidotartigen Silicaten schliessen sich noch folgende an:

Karpholith $H_2(H_2Mn)Al_2Si_2O_{10}$,
Ardennit $5(H_2Mn_2Al_2Si_2O_{10}) + V_2O_5$.

Krystallographisch scheinen sich, so weit man aus ihren unvollkommenen Krystallen schliessen kann, der Karpholith den monoklinen, der Ardennit den rhombischen Silicaten der Epidot-Zoisitgruppe anzuschliessen. Obige Formel für Ardennit deutet eine Molekularverbindung an aus fünf einzelnen Karpholithmolekülen bestehend und durch das fünfatomige Vanadium ($V_2$ resp. Vanadyl $V_2O_2$) als Kernmolekül zu einem Molekularcomplex vereinigt, ähnlich dem oben angeführten Molekularcomplex des Topases. Hieraus erklärt sich auch die Verschiedenheit in den Axenverhältnissen des Ardennits und Zoisits, indem nach vom Rath $a:b:c$ (Ardennit) $= 0,466 : 1 : 0,313$ oder nahe $= \frac{3}{4}a : 1 : \frac{1}{2}c$ am Zoisit. Die deutliche Spaltbarkeit

nach der $b$-Fläche ($\infty \breve{P} \infty$), also normal gegen die grösste Axe, und die säulenförmige Ausbildung in der Richtung der kleinsten oder $c$-Axe spricht für dieses Axenverhältniss als Ausdruck für die Grundform resp. das Grundmolekül des Ardennits.

Die Grundformen der Silicate der dritten Abtheilung oder die von der $b$-Zone der Feldspathformen derivirten unterscheiden sich von den regulären Formen im Allgemeinen mehr als die der zwei anderen Abtheilungen, wie ja auch die Feldspathformen in dieser Zone am meisten von den entsprechenden regulären Formen abweichen. Auch lassen sich Formen höherer Symmetrie, wie die in den vorigen Abtheilungen, von den Formen der dritten Abtheilung nicht deduciren.

---

Ich habe im Vorhergehenden vorzugsweise die krystallographischen und chemischen Eigenschaften der Silicate betrachtet. Dass aber auch die optischen Erscheinungen sich in Uebereinstimmung mit den vorigen betrachten lassen, habe ich in mehreren Fällen gefunden. Wie die krystallographischen Symmetrieverhältnisse sich durch die Annahme molekularer Zwillingsverwachsungen auf oben angeführte Weise erklären lassen, so können auch im Allgemeinen die optischen Elasticitätsverhältnisse dadurch erklärt werden. Aber auch in mehreren speciellen Fällen gelangt man zu einer Uebereinstimmung zwischen den theoretischen und den auf empirischem Wege erhaltenen Daten, wenn man die bekannte Formel zur Berechnung des specifischen Brechungsvermögens und der Brechungsexponenten einer Verbindung aus denjenigen ihrer Bestandtheile auf die in der resp. Hauptrichtung der Grundform vertheilten Elemente anwendet, und dabei annimmt, dass die optische Elasticität auf den Aethersphären der resp. Elementaratome beruht. So z. B. kommt man von der oben für Skapolith deducirten Atomlagerung, nach welchem $Ca$ und $Al$ eine prismatische resp. pinakoidale, $Si$ eine pyramidale Stellung einnehmen, zu folgenden berechneten Werthen für die Brechungsexponenten des ordinären und extraordinären Strahles:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $CaO$: | Refractionsäquivalent | $= 13,3$; | Mol.-Gew. | $= 56$ |
| $Al_2O_3$ | - | $= 19,7$; | - | $= 103$ |
| $SiO_2$ | - | $= 12,6$; | - | $= 60$, |

woraus das specifische Brechungsvermögen für

$$CaO + Al_2O_3 = \frac{13,3 + 19,7}{56 + 103} = \frac{33}{159} = 0,2075,$$

$$SiO_2 = \frac{12,6}{60} = 0,201;$$

und also, wenn das spec. Gewicht für Skapolith $= 2,7$ gesetzt wird:

$$\omega = 2,7 \cdot 0,208 + 1 = 1,56,$$
$$\varepsilon = 2,7 \cdot 0,201 + 1 = 1,54.$$

Diese Werthe stimmen mit den von Des Cloizeaux für Skapolith von Arendal gefundenen: $\omega = 1,56—1,57$, $\varepsilon = 1,542—1,543$ überein.

Auf ähnliche Weise habe ich für Nephelin unter Annahme, dass $Na_2O + 2SiO_2$ der ordinären, $Al_2O_3 + 3SiO_2$ der extraordinären Schwingungsrichtung entsprechen, $\omega = 1,5444$ und $\varepsilon = 1,5434$ erhalten, welche Werthe mit den von Ramsay am Eläolith von Iivaara (spec. Gew. = 2,63) gefundenen Brechungsexponenten $\omega = 1,5451$ und $\varepsilon = 1,5420$ ziemlich nahe übereinstimmen. Ebenso erhält man, von der Annahme ausgehend, dass in braunem und schwarzem Turmalin $B_2 + 2Al_2$, in rothem Alkaliturmalin $B_2 + 2Al_2$ die Aetherelasticität des extraordinären Strahles bewirken (das spec. Gew. = 3,1 gesetzt) die Brechungsexponenten $\varepsilon = 1,63$ und 1,61, oder gleich den von Jerofejew und Schwebel gefundenen Werthen $\varepsilon = 1,63$ (für braunen und blauen Turmalin) und $\varepsilon = 1,61$ (für rothen Turmalin vom Ural). Der Brechungsexponent des ordinären Strahles lässt sich wegen der variirenden Elemente in der Prismenzone nicht berechnen.

Auch bei den optisch-zweiaxigen Silicaten stehen im Allgemeinen die optischen Erscheinungen mit den oben erhaltenen theoretisch-krystallochemischen Verhältnissen in Uebereinstimmung; so z. B. ist die Richtung der grössten Elasticitätsaxe ($\alpha$) nahe parallel mit den einander entsprechenden $a$- und $c$-Axen am Orthoklas und Epidot, und mit der der $a$-Axe in den Zwillingscomplexen des Feldspaths entsprechenden $c$-Axe des Skapoliths. An den in krystallochemischer Hinsicht analogen Grundformen des Pyroxens und Titanits sind auch die optischen Elasticitätsaxen gleich vertheilt, indem die kleinste Axe in dem stumpfen, die grösste in dem spitzen Winkel derselben liegen. Die grosse Verschiedenheit der Brechungsexponenten dieser Elasticitätsrichtungen am Titanit entspricht der bedeutenden Verschiedenheit des Brechungsvermögens der Titan- und Kieselsäure (resp. 0,411 und 0,201), und der oben angenommenen Lagerung der $Ti$-Atome an den positiven (spitzen) Pyramidenseiten des Grundmoleküls.

Aus dem Verhältnisse, dass die metallischen Mineralien im Allgemeinen einen grösseren Brechungsexponenten zeigen, als die nichtmetallischen, kann man schliessen, dass die schweren Metalle eine geringere optische Elasticität oder ätherische Kraft haben, als die leichten Metalle resp. Metalloide; und in Uebereinstimmung hiermit findet man auch, dass meistentheils diejenigen Richtungen der Grundform, in welchen nach der Theorie die basischen (positiven), schweren Elemente angeordnet sind, eine kleinere optische Elasticität (resp. grösseren Brechungsexponenten) und grössere Lichtabsorption zeigen; so z. B. die der Prismennormalen oder die Schwingungsrichtung des ordinären Strahles an den optisch negativen Biotit und Tur-

malin, und ebenso am Pyroxen, dessen kleinere Elasticitätsaxe bei zunehmendem Eisengehalt sich der Richtung der Prismen- und Pinakoidnormalen nähert. Im Gegensatze hierzu haben die dem Olivin sich anschliessenden optisch positiven rhomboëdrischen Silicate die metallischen Elemente den Endflächen der rhomboëdrischen Molekularcomplexe entsprechend angeordnet, während die *Si*-Atome an die Seiten gestellt sind.

Die optischen Anomalien lassen sich nach dieser krystallochemischen Theorie auffassen als eine natürliche Folge der mehr oder weniger vollständigen Zergliederung des Grundmoleküls (physikalisches resp. Krystallmolekül) in seine weniger symmetrischen Partialmoleküle (chemische Moleküle), beruhend auf einer durch Druck oder Temperaturabnahme verursachten, im Allgemeinen geringen Veränderung in der gegenseitigen Lage der Elementaratome von einer mehr symmetrischen zu einer weniger symmetrischen schiefen Stellung. Auch sind im Allgemeinen die Anomalien um so grösser, je complicirter ihre Moleküle sind, so dass die mehr symmetrischen, besonders die regulären Krystalle eine grössere Anomalie als die weniger symmetrischen zeigen.

Dass diese krystallochemische Theorie nicht nur auf die Silicate, sondern auch auf die übrigen Mineralien angewendet werden kann, zeigen mehrere Verhältnisse. So z. B. kann man aus der Aehnlichkeit der pyramidalen Winkel, der tetragonalen und der Domen- resp. Prismenwinkel (121°—123°) der rhombischen resp. monoklinen isomorphen Oxyde und Salze von der allgemeinen Formel $RO_2$ (Rutil, Cassiterit, Tapiolit, Brookit. Tantalit) schliessen, dass das Grundmolekül der tetragonalen Formen aus quasi-rhombischen Partialformen bestehe, ähnlich den Molekularformen der isomeren oder polymeren rhombischen Mineralien. Ebenso deutet die Aehnlichkeit der Pyramidenwinkel (80°—81°) des tetragonalen pyramidalhemiëdrischen Scheelits (und des damit isomorphen Reinits), wie des Apatits ($3R_3Ca_2O_8 + RFl_2$) und seiner isomorphen Verwandten auf eine zwillingsartige Zusammensetzung aus vier resp. sechs monosymmetrischen Partialformen, ähnlich den Zwillings- resp. Drillingscomplexen von Wolframit mit (011) resp. (023) als Zwillingsebenen, wodurch die Hemiëdrie und optische Anomalie des Scheelits und Apatits erklärt werden. Weiter zeigt die Aehnlichkeit der Rhomboëderwinkel (105°—107°) der rhomboëdrischen Carbonate mit dem Domen- resp. Pyramidenwinkel der rhombischen und monoklinen, dass die mehr symmetrischen, rhomboëdrischen und rhombischen Molekularformen aus drei resp. zwei Partialformen (oder Multiplen davon) bestehen, welche der Molekularform des monoklinen Barytocalcits analog sind, und dass sie also wie die vorher genannten in einem polymeren Molekurverhältnisse zu einander stehen, was für Calcit und Aragonit schon früher von Tschermak (Lehrbuch der Mineralogie) angenommen worden ist.

Die oben gemachten Zusammenstellungen zwischen den theoretischen und empirischen chemischen Daten stimmen wohl im Allgemeinen nicht so genau mit einander überein, wie einige andere dergleichen Zusammenstellungen, so z. B. die von Tschermak für die Glimmer- und Chloritgruppen. Dieses liegt jedoch in der Natur der Sache. Wenn man, wie ich hier, eine neue Richtung einschlägt, muss man, von dem Allgemeinen zum Einzelnen gehend, sich im Anfange mit approximativen Resultaten begnügen.

Was diese Richtung oder die Verbindung der krystallographischen und chemischen Forschungsresultate betrifft, so ist ihre Berechtigung wohl einem Jeden so einleuchtend, dass eine weitere Vertheidigung nicht vonnöthen sein möchte. Die einseitige chemische Untersuchung der Mineralien ist so weit geführt, dass weniges mehr allein auf diesem Wege für die Kenntniss der Constitution der Mineralien zu hoffen ist. Da man in der organischen Chemie sich nicht mehr mit den bisher angewendeten Structurformeln begnügt, sondern stereochemische Formeln zu construiren versucht, so ist ein solcher Versuch in der Mineralogie noch mehr an seinem Platze, da man in dieser im Allgemeinen mehr Rücksicht auf die Formenverhältnisse nimmt als in der Chemie.

Schliesslich gebe ich hier noch eine Uebersicht des krystallochemischen Systems der Silicate, welches ich in oben angeführter Abhandlung aufgestellt habe. Dieses gründet sich wohl zunächst auf meine krystallochemische Theorie, aber ich habe hier ausser den chemischen und krystallographischen auch die physikalischen Eigenschaften der Mineralien berücksichtigt, besonders den wichtigen Unterschied zwischen metallischen und nichtmetallischen Mineralien, um ein möglichst natürliches System der Mineralien zu erhalten, mich hierbei in der Hauptsache den von Naumann in den älteren, von ihm selbst redigirten Auflagen seiner Mineralogie aufgestellten Principien der mineralogischen Systematik anschliessend.

## Krystallochemisches System der Silicate.

### Classe I. Geolithe.

1. Plagioklas (Anorthit, Andesin, Albit). — Mikroklin. Orthoklas. — Spodumen. Petalit. Wollastonit. — Danburit. Leukophan. Melinophan.
2. Skapolith (Gehlenit, Sarkolith). — Nephelin (Cancrinit, Davyn). Milarit.
3. Leucit. — Sodalith (Nosean, Hauyn).

### Classe II. Hydrogeolithe (Zeolithe).

1. Datolith. Prehnit. — Desmin (Harmotom, Phillipsit). Heulandit (Brewsterit, Epistilbit). — Skolezit. Natrolith (Mesolith). Thomsonit. — Laumontit (Leonhardit). — Okenit (Pektolith).

2. Apophyllit. — Chabasit (Gmelinit, Levyn, Herschelit).
3. Analcim. Faujasit. Pollux.

### Classe III. Phyllithe.

1. Muscovit (Paragonit, Margarit, Lepidolith). Biotit (Meroxen, Phlogopit, Zinnwaldit). Clintonit. — Klinochlor (Pennin). — Talk. Serpentin. — Pyrophyllit. Kaolin.
2. Biotit (z. Th.). Prochlorit.

### Classe IV. Amphoterolithe.

1. Axinit. — Epidot (Piemontit). Orthit (Mosandrit). Karpholith (Ardennit). Zoisit (Thulit). — Gadolinit (Homilit). Euklas. — Cordierit (Pinit).
2. Turmalin. Cappelenit (Melanocerit, Karyocerit, Tritomit). Eudialyt. — Idokras (Melilith).
3. Granat. Helvin.

### Classe V. Stylolithe.

1. Sapphirin. Cyanit. Dumortierit. Andalusit (Sillimanit, Xenolith. Staurolith. — Topas. Bertrandit.
2. Beryll. — Thorit (Orangit). Zirkon (Malakon).
3. Zunyit.

### Classe VI. Metallolithe.

1. Rhodonit. Babingtonit. Pyroxen (Malakolith, Diallag, Diopsid, Augit. Akmit (Aegirin). Wöhlerit. — Amphibol (Tremolit, Grammatit, Amphibol-Anthophyllit, Hornblende). Arfvedsonit. — Enstatit (Bronzit. Hypersthen). Anthophyllit (Gedrit). Astrophyllit. — Titanit (Yttrotitanit). Guarinit. Lièvrit. — Olivin (Forsterit, Hyalosiderit, Fayalit. Tephroit). Monticellit. Chondrodit (Humit, Klinohumit). — Calamin. Cerit.
2. Willemit (Troostit). Phenakit. Dioptas. — Pyrosmalith.
3. Eulytin.

# XXVII. Beiträge zur Kenntniss der Krystallformen des Kalkspathes.

Von

Francesco Sansoni in Pavia.

(3. Reihe.)

## Kalkspath von Freiberg i. S.

(Hierzu Tafel VI.)

---

Die Kenntniss des Kalkspathes dieser Localität geht sehr weit zurück. Für den Zweck der vorliegenden Arbeit kommen hauptsächlich diejenigen Untersuchungen in Betracht, welche sich mit den verschiedenen daselbst gefundenen einfachen und zusammengesetzten Krystallformen beschäftigen.

So weit mir bekannt ist, war Bornemann*) der erste, der Calcitkrystalle von Freiberg beschrieb, indem er die dort sehr gewöhnliche Combination $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ anführte, und auch isolirte Rhomboëder, wahrscheinlich $\{04\bar{4}5\}$ erwähnte.

Romé de l'Isle scheint keine anderen Formen gekannt zu haben. Bournon**) citirte, ohne indessen Goniometermessungen anzuführen, die Combinationen $\{0.14.\bar{1}\bar{4}.1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}0\}$.

Hauy***) erwähnt gleichfalls nur eine einzige Combination von Freiberg, bei den Varietäten 84, 110, Fig. 90, 115, und beschreibt die folgenden einfachen Formen $\{10\bar{1}0\}$ $\{02\bar{2}1\}$ $\{03\bar{3}5\}$ $\{0001\}$ $\{0.14.\bar{1}\bar{4}.1\}$.

Lévy†) bezieht sich auf Krystalle dieses Fundortes bei einigen Varietäten (vgl. Verzeichniss der einfachen und combinirten Formen am Schlusse

---

*) Bornemann, Lith. Lib. II pag. 80: »Spathum calcarium crystallisatum dodecaedrum flavescens, planis pentagonis aequalibus etc.«

**) Traité de la chaux carbon. London 1808.

***) Traité de Minéralogie. 2. Edit. Paris 1822.

†) Description d'une collection de min. form. par H. Heuland. London 1834.

dieser Abhandlung). Haidinger*) und Zippe*) haben andere Combinationen und einfache Formen von Freiberg beschrieben (vergl. Verzeichniss).

Des Cloizeaux**) citirte das Rhomboëder $\{02\bar{2}5\}$ als von dieser Localität herrührend. Diese Bestimmung ist einer Arbeit G. vom Rath's entnommen (Pogg. Ann. **132**, 529), welcher durch Messungen die Existenz dieser Form nachwies, die schon früher von Dauber für den Calcit unseres Fundortes bestimmt worden war.

Frenzel***) hat gleichfalls einige Angaben über die einfachen und combinirten Formen.

Auf Grund der Beschreibungen dieser Autoren unter der Voraussetzung, dass die Reihenfolge, in welcher die Formensymbole der Combinationen bei ihnen geschrieben sind, auch die relative Entwickelung der einfachen Formen angiebt, muss man schliessen, dass die Krystalle unseres Fundortes vorwiegend prismatischen Typus besitzen, hervorgebracht durch das Vorherrschen von $\{10\bar{1}0\}$.

Die Sammlung der Bergakademie von Freiberg enthält ein sehr reichhaltiges, aus diesem interessanten Mineralreviere stammendes Material. Dieser Sammlung konnte ich die meisten und besten Daten, die mir für die vorliegende Arbeit dienten, entnehmen. Von allen Bergwerken der Gegend sind dort Stufen enthalten und ich verdanke es der Gefälligkeit des Herrn Prof. Weisbach, dass ich Gelegenheit hatte ein so schönes Material zu untersuchen. Es war mir ferner auch möglich, die in den übrigen angesehensten mineralogischen Sammlungen Deutschlands zerstreuten Kalkspathstufen von Freiberg zu studiren.

Im Ganzen habe ich 262 Stufen der folgenden Gruben untersucht: Himmelfahrt, Jungehohebirke, Beschert Glück, Himmelsfürst, Romanus zu Siebenlehn, Churprinz, Alte Hoffnung Gottes, Bräunsdorf.

Die Krystalle der Geoden und Drusen sind gewöhnlich auf kalkigem oder quarzigem Gesteine, seltener auf Schwerspath aufgewachsen. Die begleitenden Mineralien sind gewöhnlich Pyrit, Bleiglanz, Zinkblende, Kupferkies, Eisenspath, Arsenkies, Braunspath, Schwerspath und Flussspath. Aus meinen Beobachtungen ergeben sich keine deutlichen und constanten paragenetischen Beziehungen, weder für die genetische Reihenfolge der citirten Mineralien, noch hinsichtlich ihrer Krystallform, noch endlich des Fundortes. Uebrigens würde man auch, um in dieser Beziehung zuverlässige Resultate zu bekommen, sicherere und ausführlichere Anhaltepunkte nöthig haben, als jene, welche man gemeinhin bei den Stufen der Sammlungen gewinnen kann.

---

*) Uebersicht der Krystallgestalt des rhomb. Kalkhal. Denkschr. d. Wien. Akad. 1852.

**) Manuel de Minéralogie. 1862—1874.

***) Mineralogisches Lexicon für das Königreich Sachsen. Leipzig 1874.

Der grösste Theil der Kalkspathkrystalle dieses Fundortes gehört, wie bereits gesagt wurde, durch vorherrschende Entwickelung des Prismas $\{10\bar{1}0\}$ dem prismatischen Habitus an. Die Individuen haben verschiedene Dimensionen; jedoch habe ich nur selten ausserordentlich kleine Krystalle, oder solche gesehen, welche in der Richtung der Hauptaxe mehr als 7—9 cm lang, normal dazu mehr als 1—3 cm breit waren. Mannigfaltig ist auch die Entwickelung der Flächen. Nur selten wird sie absolut glatt und eben; gewöhnlich sind die Flächen des Prismas mehr oder weniger krumm und gleichsam bestreut mit pfeilartigen Erhöhungen, die übereinstimmend so orientirt sind, dass die Spitze bald nach dem freien Krystallende, bald im entgegengesetzten Sinne gerichtet ist, wie das von F. Scharff vortrefflich dargestellt worden ist*). Mitunter sind die Prismenflächen fein chagrinirt und besitzen dann einen fast seidenartigen Glanz. Die übrigen Flächen sind gewöhnlich tief und regelmässig parallel zur Axe der Hauptzone gestreift. Charakteristisch ist die an einigen Krystallen beobachtete Sculptur von $\{01\bar{1}2\}$. Die Flächen dieser Form erscheinen gleichsam wie durch die Vereinigung und Uebereinanderlagerung von zahlreichen kleineren Individuen von gleicher Orientirung gebildet. Diese ragen ein klein wenig eines über das andere hervor. Verschieden ist auch die Transparenz, der Glanz und die Farbe der Krystalle. Selten beobachtet man wasserklare und durchsichtige Individuen; meistens sind sie milchweiss, grünlich oder gelbbraun.

Mitunter wird das Prisma durch ein sehr spitzes Rhomboëder ersetzt, das infolge seiner unebenen Flächen schwer zu bestimmen ist. Im Inneren dieser prismatischen Krystalle bemerkt man oft ein Pentagondodekaëder von Pyrit. Aehnliche Kryställchen dieses Minerals sind regelmässig auf den Flächen des Rhomboëders $\{01\bar{1}2\}$ angeordnet und befinden sich auf einer Linie, die der kurzen Diagonale der Fläche entspricht, parallel zu den Streifen, welche die Oberfläche durchfurchen. Meistens wird das Prisma von dem obenerwähnten stumpfen Rhomboëder, selten von der Basis $\{0001\}$ begrenzt. Dieser prismatische Typus findet sich auch bei den einer zweiten Bildungsepoche angehörenden Calcitkrystallen, welche auf trübweissen, undurchsichtigen skalenoëdrischen Krystallen aufsitzen.

Aus den Etiketten der Krystallstufen in den Sammlungen von Freiberg und Berlin geht hervor, dass dieser Krystalltypus am häufigsten von der Grube Himmelfahrt herrührt.

Unter den spitzen Rhomboëdern, welche das Prisma ersetzen können, fand ich besonders in der Freiberger Sammlung angeführt $\{10.0.\bar{10}.1\}$, $\{14.0.\bar{14}.1\}$, $\{0.32.\bar{32}.1\}$, $\{16.0.\bar{16}.1\}$. Ich habe bei vielen spitzen Rhomboëdern den Versuch gemacht, ihr Symbol goniometrisch zu bestimmen,

*) Der kohlensaure Kalk. N. Jahrb. f. Mineralogie etc. 1862, Taf. X, Fig. 5—11.

es ist mir aber nicht geglückt, obwohl ich ungefähr 80 Kryställchen von 32 Stufen gemessen habe, zur Berechnung ausreichend sichere Werthe zu erhalten.

Wenn das Prisma $\{10\bar{1}0\}$ wenig entwickelt ist, so pflegt das bereits angeführte Rhomboëder $\{01\bar{1}2\}$ vorzuherrschen, dessen Oberflächenbeschaffenheit ich oben beschrieben habe. Häufig sind diese Krystalle in der Richtung der Hauptaxe aneinander gereiht, wie das Scharff (l. c. S. 6, Fig. 9) beschreibt. Nur an drei Stufen habe ich das Rhomboëder $\{02\bar{2}1\}$ vorherrschend gefunden. In der Sammlung der Freiberger Bergakademie sind Combinationen von rhomboëdrischem Typus etikettirt mit den Bestimmungen der einfachen Formen $\{05\bar{5}4\}$ $\{05\bar{5}1\}$. Alle diese dem Rhomboëdertypus angehörenden Krystalle sind arm an Formen und haben so schlecht ausgebildete Flächen, dass jede krystallographische Bestimmung unmöglich ist. Sie stammen hauptsächlich von Himmelfahrt, Himmelsfürst, Beschert Glück.

Viel seltener als die angeführten Typen sind in Freiberg Krystalle, an denen ein Skalenoëder, gewöhnlich $\{21\bar{3}1\}$, vorherrscht. Diese haben eine rauhe, wenig glänzende Oberfläche und sind nur selten mit dem Reflexionsgoniometer bestimmbar. Ich fand, dass sie von den Gruben Churprinz, Himmelsfürst und Beschert Glück herstammen.

Nicht sehr zahlreich sind in Freiberg Wachsthumsformen. Am häufigsten fand ich die folgenden:

1) Prismatische Krystalle, die einen in gleicher Weise ausgebildeten und gleichorientirten, aber wegen seiner bräunlichen Farbe durch die durchsichtige, später gebildete Hülle hindurch sichtbaren Kern umschliessen. Breithaupt nannte sie »diamesus«, bezw. »syngeneticus«.

2) Die ältere Bildung besteht aus dem Rhomboëder $\{10\bar{1}1\}$ mit rauhen Flächen. Um dieses herum legt sich als jüngere Bildung gelblicher, durchsichtiger Kalkspath in der Combination $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$. Die Umhüllung ist nur eine partielle, so dass das Grundrhomboëder gewöhnlich mit der Polecke herausragt. Beide Bildungen sind vollständig gleichorientirt.

3) Häufiger ist eine Wachsthumserscheinung bei den Formen des Skalenoëders $\{21\bar{3}1\}$. Dieses hat rauhe und undurchsichtige Flächen, auf denen mitunter kleine, glänzende Eisenkieskryställchen aufgewachsen sind. Die jüngere Bildung besteht aus gelblichem, vollkommen durchsichtigem Kalkspath, der den älteren Kern mit vollständig gleicher Orientirung, aber nur theilweise, bedeckt. Er hat die Formen $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$. Diese Stufen stammen von den Bergwerken Himmelsfürst, Churprinz, Himmelfahrt.

Zwillingsbildung ist in Freiberg nicht häufig. Man beobachtet zwei gewöhnliche Gesetze.

1) Zwillingsebene $\{10\bar{1}1\}$. Dies Gesetz fand ich bei ziemlich grossen Krystallen von prismatischem Typus und den Formen $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$, die,

so weit meine Beobachtungen reichen, ausschliesslich von der Grube Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf herkommen.

2) Zwillingsebene $\{0001\}$. Diese Verzwillingung wurde nur an drei Stufen des Freiberger Museums beobachtet. Die erste bestand aus skalenoëdrischen Krystallen der Combination $\{21\bar{3}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{21\bar{3}4\}$; die zweite war gebildet von Krystallen $\{01\bar{1}2\}$ $\{0001\}$; die dritte von der Form $\{62\bar{8}1\}$.

Es folgt die Beschreibung einiger gemessener Krystalle, die bemerkenswerthe Combinationen bieten.

Nr. 1. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{51\bar{6}4\}$ $\{01\bar{1}2\}$. Wasserklare, durchsichtige Krystalle von recht gleichmässigen Dimensionen. Die Krystallflächen sind gut ausgebildet mit Ausnahme derer des negativen Rhomboëders, die etwas gekrümmt sind und so einen Uebergang zu einem stumpfen Skalenoëder der Hauptzone andeuten.

Winkelwerthe.

| Winkel: | Gemessen: | | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(51\bar{6}4):(6\bar{1}\bar{5}4)$ | $= 14^{0}42'$ | (Mittel) | $14^{0}27'$ |
| $(51\bar{6}4):(\bar{5}6\bar{1}4)$ | $= 77\ 47$ | - | $77\ 54$ |
| $(51\bar{6}4):(15\bar{6}\bar{4})$ | $= 81\ 37$ | - | $82\ \ 3$ |

Nr. 2. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{11\bar{2}3\}$, Taf. VI, Fig. 1. Auf quarziger Unterlage sind kleine, prismatische, wasserklare und durchsichtige Krystalle aufgewachsen. Sie umschliessen ein kleines Markasitkorn. Das Prisma wird von der Pyramide zweiter Ordnung begrenzt, und das Rhomboëder $\{01\bar{1}2\}$ stumpft drei abwechselnde Polkanten dieser Pyramide ab.

| Winkel: | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(11\bar{2}3):(2\bar{1}\bar{1}3)$ | $= 28^{0}48'$ | $28^{0}39'$ |
| $(11\bar{2}3):(10\bar{1}0)$ | $= 65\ 16$ | $64\ 37$ |

Nr. 3. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{21\bar{3}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ (aus der Sammlung des Herrn Dr. A. Frenzel in Freiberg). Kleine, glasglänzende, durchsichtige Krystalle, verworren angehäuft, so dass sie eine Art Drusenoberfläche bilden. Sie sind unvollständig durch ungleiche Flächenentwickelung. Alle Flächen haben stark glänzende und einheitliche Oberflächen.

| Winkel: | Gemessen: | | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(21\bar{3}1):(3\bar{1}\bar{2}1)$ | $= 35^{0}51'$ | (Mittel) | $35^{0}36'$ |

Nr. 4. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{11.8.\overline{19}.3\}$. Kleine, honiggelbe, klare Krystalle von secundärer Entstehung; auf Quarzgangmasse aufgewachsen.

| Winkel: | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(11.8.\overline{19}.3):(8.11.\overline{19}.3)$ | $= 22^{0}58'$ | $23^{0}17'$ |
| $(11.8.\overline{19}.3):(19.\bar{8}.\overline{11}.3)$ | $= 48\ 32$ | $48\ 43$ |

Nr. 5. Comb.: $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{4.12.\overline{16}.7\}$ (Museum der Universität

Berlin). Glasglänzende, weissliche Krystalle von beträchtlichen Dimensionen. Das negative Skalenoëder hat stark entwickelte und etwas gekrümmte Flächen, die infolge dessen verbreiterte Bilder geben.

Die erhaltenen Werthe oscilliren zwischen ziemlich weit entfernten Grenzen, so dass es nicht richtig wäre, die Mittelwerthe zur Berechnung neuer Symbole zu verwenden; dagegen wurde das oben angegebene Skalenoëder mit annähernder Sicherheit angenommen, weil es eine für den Kalkspath ziemlich gemeine Form ist und weil seine Winkelwerthe sich am meisten den gefundenen Werthen nähern.

Nr. 6. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{21\bar{3}4\}$ (aus der Grube »Neue Hoffnung Gottes«. Sammlung der Bergakademie Freiberg). Kleine, wasserklare, durchsichtige Krystalle, prismatisch mit dem bekannten Rhomboëder, dessen Flächen nach der Hauptzone tief gefurcht sind. Das Skalenoëder hat sehr kleine, aber deutliche Flächen. Die Bestimmung fand sich bereits auf der Etikette des Stückes und wurde von mir als richtig befunden.

Nr. 7. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{8.5.\bar{1}\bar{3}.3\}$ $\{01\bar{1}2\}$. Krystalle leicht gelblich mit unebener und rauher Oberfläche; aufgewachsen auf gelbbraunem Kalkstein. Die Skalenoëderflächen sind verschieden entwickelt und liefern nicht immer einfache Bilder. Dennoch aber ist es leicht festzustellen, dass die Form der Hauptzone angehört.

| Winkel: | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(8.5.\bar{1}\bar{3}.3):(5.8.\bar{1}\bar{3}.\bar{3})$ | $= 33^\circ 45'$ (Mittel) | $33^\circ 31'$ |

Nr. 8. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{13.3.\bar{1}\bar{6}.10\}$. Taf. VI, Fig. 3. (Museum der Universität Strassburg). Krystalle prismatisch, in der Richtung der Hauptaxe ungefähr 10 mm lang, 4 mm breit. Sie sind auf Quarz aufgewachsen, in dem hier und da kleine Pentagondodekaëder von Eisenkies verstreut sind. Die Flächen sind eben mit Ausnahme jener des negativen Rhomboëders, welche etwas gestreift, und jener des Prismas, welche etwas gekrümmt sind und in ein negatives sehr spitzes Rhomboëder übergehen. Ein gewisses Interesse verdient die Form $\{13.3.\bar{1}\bar{6}.10\}$, deren Flächen recht eben, aber ungleich stark entwickelt sind, so dass fast immer ein Paar von ihnen fehlt. Bei den grössten Individuen haben dieselben Skalenoëderflächen eine weniger gleichmässige Oberfläche, indem sie eine eigenthümliche, den Glanz aber nicht vermindernde netzartige Structur erkennen lassen.

| Winkel: | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(13.3.\bar{1}\bar{6}.10):(\bar{1}\bar{3}.16.\bar{3}.10)$ | $= 78^\circ 10'$ (Mittel) | $78^\circ\ 2'$ |
| $(13.3.\bar{1}\bar{6}.10):(16.\bar{3}.\bar{1}\bar{3}.10)$ | $= 16\ 40$ | $16\ 42\frac{1}{2}$ |
| $(13.3.\bar{1}\bar{6}.10):(3.13.\bar{1}\bar{6}.\bar{1}\bar{0})$ | $= 77\ 52$ | $78\ 25$ |
| $(13.3.\bar{1}\bar{6}.10):(10\bar{1}1)$ | $= 13\ 36$ | $13\ 20$ |

Dieses Skalenoëder hatte ich bereits 1880 an dem Kalkspath von Frei-

berg bestimmt. Es wurde von Thürling*) am Kalkspath von Andreasberg constatirt und auf Grund eines Winkels und einer Zone bestimmt. Ihm gebührt daher die Priorität.

Nr. 9. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{0.11.\bar{11}.4\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{0001\}$ (Berliner Museum). Kleine Krystalle mit sehr glatter Oberfläche. Nur die Basis ist rauh und fast undurchsichtig. Ein gewisses Interesse verdient das negative Rhomboëder $\{0.11.\bar{11}.4\}$, welches zu den seltenen Formen des Calcits gehört.

| Winkel: | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(0.11.\bar{11}.4):(01\bar{1}2)$ = | 43° 50′ (Mittel) | 43° 34′ |

Nr. 10. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{09\bar{9}4\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{0001\}$, Taf. VI, Fig. 2 (Sammlung der Bergakademie zu Freiberg). Sehr glatte, klare, durchsichtige Krystalle. Die Prismenflächen sind parallel der Spaltbarkeit feingestreift. Für das Rhomboëder $\{09\bar{9}4\}$ erhielt ich

| Winkel: | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(01\bar{1}0):(09\bar{9}4)$ = | 24° 8′ (Mittel) | 24° 15′ |

Nr. 11. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{41\bar{5}3\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{32\bar{5}1\}$ (Sammlung der Bergakademie Freiberg). Sehr kleine Krystalle, parallel der Hauptaxe 1—2 mm lang, 0,5—1 mm breit, von hellgelber Farbe, glasglänzend, vollständig durchsichtig. Die Prismenflächen haben etwas verschiedene Oberflächenbeschaffenheit. Die Skalenoëderflächen sind gestreift und liefern stark verbreiterte Bilder. Die erhaltenen Werthe nähern sich am meisten denen, welche die Rechnung für die oben angegeben Formen ergiebt. Diese aber sind für den Kalkspath recht gemein.

Nr. 12. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{10.3.\bar{13}.2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{0001\}$, Taf. VI, Fig. 4. Grube Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf. Glasglänzende, durchsichtige Krystalle von ziemlich gleichförmigen Dimensionen, parallel der Hauptaxe 5—7 mm lang, 2—3 mm breit. Die Flächen sind glatt und glänzend mit Ausnahme jener des negativen Rhomboëders, welche gestreift, und denen der Basis, welche undurchsichtig und rauh sind. Bemerkenswerth ist das neue Skalenoëder $\{10.3.\bar{13}.2\}$, an sechs Individuen bestimmt, bei denen die besten Kanten gewählt wurden. Ich beobachtete stets eine constante Abweichung der Flächen dieser Form von der Hauptzone. Sie hat stark glänzende, aber leicht gekrümmte Flächen. Infolgedessen sind die Reflexbilder, obwohl einfach, ein wenig verbreitert.

| Winkel: | Mittel: | Grenzwerthe: | Berechnet: | Zahl der Messungen: |
|---|---|---|---|---|
| $(10.3.\bar{13}.2):(\bar{10}.13.\bar{3}.2)$ = | 92°42′ | 92°34′—92°52′ | 92°46′ | 5 |
| $(10.3.\bar{13}.2):(13.\bar{3}.\bar{10}.2)$ = | 25 12 | 25 3 — 25 24 | 25 5 | 4 |

*) Ueber Kalkspathkrystalle von Andreasberg im Harz aus der Hausmann'schen Sammlung zu Greifswald. Inaug.-Dissert. 1886. Nr. XI. Ref. diese Zeitschr. 15, 418.

| Winkel: | Mittel: | Grenzwerthe: | Berechnet: | Zahl der Messungen: |
|---|---|---|---|---|
| $(10.3.\bar{13}.2):(3.10.\bar{13}.\bar{2})$ | = 39° 9′ | 39° 1′—39°17′ | 39°31′ | 2 |
| $(10.3.\bar{13}.2):(10\bar{1}1)$ | = 37 32 | 37 24 — 37 40 | 37 17 | 2 |
| $(10.3.\bar{13}.2):(10\bar{1}0)$ | = 15 46 | 15 16 — 16 6 | 15 59 | 3 |

Nr. 13. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{21\bar{3}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{40\bar{4}1\}$ $\{1.13.\bar{14}.1\}$ $\{32\bar{5}1\}$. Taf. VI, Fig. 6 (Sammlung der Bergakademie Freiberg). Stark glasglänzende Krystalle, in einer Druse zusammen mit Schwerspath. Die Flächen sind glänzend, ausgedehnt und geben sehr scharfe Bilder.

| Winkel: | Mittel: | Grenzwerthe: | Berechnet: | Zahl der Messungen: |
|---|---|---|---|---|
| $(1.13.\bar{14}.1):(14.\bar{13}.1)$ | = 112°12′ | 112°0′—112°24′ | 112°11′ | 3 |
| $(1.13.\bar{14}.1):(\bar{1}.14.\bar{13}.1)$ | = 7 18 | 7 2 — 7 36 | 7 19 | 6 |
| $(1.13.\bar{14}.1):(10\bar{1}1)$ | = 64 8½ | 64 0 — 64 17 | 63 48 | 2 |
| $(1.13.\bar{14}.1):(10\bar{1}0)$ | = 56 2 | — | 56 26 | 1 |
| $(1.13.\bar{14}.1):(21\bar{3}1)$ | = 40 20 | — | 39 48 | 1 |
| $(\bar{1}.14.\bar{13}.1):(10\bar{1}1)$ | = 68 56 | — | 68 40 | 1 |
| $(1.13.\bar{14}.1):(01\bar{1}0)$ | = 5 35 | — | 5 38 | 1 |

Das neue Skalenoëder $\{1.13.\bar{14}.1\}$ hat stark entwickelte Flächen und gehört zu der an allen Krystallen nachgewiesenen Zone $[01\bar{1}0 : 10\bar{1}1]$, an der auch andere bereits bekannte spitze negative Skalenoëder theilnehmen. Es ist klar, dass die Einschnitte auf $(10\bar{1}1)$ von Spaltflächen herrühren.

Nr. 14. Combination: $\{10\bar{1}0\}$ $\{15.4.\bar{19}.3\}$ $\{0001\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{54\bar{9}1\}$ $\{7.4.\bar{11}.3\}$, Taf. VI, Fig. 5. Grube Neue Hoffnung Gottes zu Bräunsdorf (Sammlung der Bergakademie Freiberg). Kleine, gedrungene Krystalle, glasglänzend, gelblich gefärbt, 5 mm lang in der Richtung der Hauptaxe und ungefähr ebenso breit. Alle Flächen liefern infolge ihres Glanzes befriedigende Bilder; mitunter sind diese indessen etwas verbreitert, besonders die Prismenflächen. Bemerkenswerth ist das neue Skalenoëder $\{15.4.\bar{19}.3\}$ mit ausgedehnten und in der Nähe des Prismas leicht gekrümmten Flächen. Es war nöthig sich bei Messungen auf diejenigen Bilder zu beziehen, welche von den ebeneren Theilen dieser Flächen in der Nähe des freien Krystallendes geliefert werden. Dies neue Skalenoëder befindet sich an der Kreuzungsstelle der beiden Zonen $[10\bar{1}0 : 7.4.\bar{11}.3]$ $[01\bar{1}0 : 54\bar{9}1]$, welche bei den untersuchten Krystallen sicher constatirt wurden. Sehr klein und nicht bei allen Individuen vorhanden sind die Flächen der beiden Skalenoëder $\{54\bar{9}1\}$ $\{7.4.\bar{11}.3\}$.

| Winkel: | Mittel: | Grenzwerthe: | Berechnet: | Zahl der Messungen: |
|---|---|---|---|---|
| $(15.4.\bar{19}.3):(19.\bar{4}.\bar{15}.3)$ | = 22°41′ | 22°40′—23° 0′ | 22°41′ | 3 |
| $(15.4.\bar{19}.3):(\bar{15}.19.\bar{4}.3)$ | = 94 52 | 94 34 — 95 11 | 95 2 | 3 |
| $(15.4.\bar{19}.3):(10\bar{1}1)$ | = 36 44 | 36 32 — 36 47 | 36 48 | 4 |

| Winkel: | Mittel: | Grenzwerthe: | Berechnet: | Zahl der Messungen: |
|---|---|---|---|---|
| (15.4.$\bar{19}$.3):(01$\bar{1}$2) = | 63°48′ | 63°34′—64°12′ | 63°40′ | — |
| (15.4.$\bar{19}$.3):(10$\bar{1}$0) = | 15 52 | — | 15 10 | — |
| (15.4.$\bar{19}$.3):(01$\bar{1}$0) = | 49 21 | — | 49 15 | — |
| (15.4.$\bar{19}$.3):(54$\bar{9}$3) = | 14 45 | — | 14 52 | — |
| (7.4.$\bar{11}$.3):(10$\bar{1}$1) = | 33 3 | — | 32 57 | — |
| (54$\bar{9}$1):(10$\bar{1}$1) = | 44 18 | — | 44 17 | — |

Krystalle von rhomboëdrischem Typus sind, wie bereits gesagt, für unseren Fundort selten. In der Freiberger Sammlung habe ich einige kleine, aber unregelmässige Krystalle mit gerundeten honiggelben Flächen gefunden, welche auf Grund ihrer Beziehungen zu den Spaltflächen als {02$\bar{2}$1} anzusehen sind. Sie stammen von der Grube Churprinz.

Ebenso selten sind Krystalle vom Skalenoëdertypus. Ich habe im mineralogischen Museum der Universität Marburg eine Stufe mit klaren und glänzenden Kryställchen gefunden, die eine in dichten Kalkstein eingewachsene Druse bilden. Sie bestehen aus einem einzigen Skalenoëder, das der mit Sicherheit constatirten Hauptzone angehört.

| Winkel: | Gemessen (Mittel): | Berechnet: |
|---|---|---|
| (6.5.$\bar{11}$.1):(10$\bar{1}$1) = | 45°30′ | 45°47′ |
| (6.5.$\bar{11}$.1):($\bar{6}$.11.$\bar{5}$.1) = | 65 47 | 65 36 |

Andere einfache nicht mit weiteren Formen combinirte Skalenoëder habe ich an weisslichen, gestreiften Krystallen in der mineralogischen Sammlung zu Freiberg gefunden. Sie stammten aus der Grube Himmelsfürst. Die für diese Form erhaltenen Winkelwerthe ergeben das bereits bekannte Symbol {62$\bar{8}$1} eines seltenen Skalenoëders.

| | | |
|---|---|---|
| (62$\bar{8}$1):(8$\bar{2}\bar{6}$1) = | 27°32′ (Mittel) | 27°31′ berechn. |
| (62$\bar{8}$1):($\bar{6}$8$\bar{2}$1) = | 91 13 | 91 3 |
| (62$\bar{8}$1):(26$\bar{8}\bar{1}$) = | 35 54 | 35 52 |

Diese Krystalle sind nach {0001} verzwillingt.

In den folgenden Listen habe ich alle einfachen Formen und Combinationen aufgeführt, die mir für den Kalkspath von Freiberg bekannt sind. Für einen grossen Theil dieser Formen habe ich selbst die Richtigkeit der Bestimmungen durch goniometrische Messungen feststellen können, von denen ich nur eine ganz geringe Zahl in dieser Arbeit publicirt habe, da ich es für unnöthig halte, Messungen und Berechnungen gewöhnlicher, bereits bekannter Formen zu veröffentlichen. Andere Bestimmungen habe ich direct von den betreffenden Autoren unter Quellenangabe copirt. Wenige andere habe ich experimentell nicht controliren können. Ich habe in diesem Falle die auf der Etikette angegebenen Bestimmungen reproducirt.

Diese Stücke befinden sich sämmtlich in der Freiberger Sammlung, und ihre Bestimmungen rühren, soweit ich feststellen konnte, von **Breithaupt** her. Die für den Kalkspath neuen Formen sind mit einem Stern bezeichnet.

**Liste der einfachem Krystallformen des Kalkspaths von Freiberg.**

| Naumann'sches Symbol: | Miller-Bravais: | Miller: | Erster Beobachter: |
|---|---|---|---|
| $\infty R$ | $\{10\bar{1}0\}$ | $\{2\bar{1}\bar{1}\}$ | Romé de l'Isle |
| $16R$ | $\{16.0.\overline{16}.1\}$ | $\{11.\bar{5}.\bar{5}\}$ | Breithaupt |
| $14R$ | $\{14.0.\overline{14}.1\}$ | $\{29.\overline{13}.\overline{13}\}$ | - |
| $13R$ | $\{13.0.\overline{13}.1\}$ | $\{9\bar{4}\bar{4}\}$ | Lévy |
| $10R$ | $\{10.0.\overline{10}.1\}$ | $\{7\bar{3}\bar{3}\}$ | Breithaupt |
| $8R$ | $\{80\bar{8}1\}$ | $\{17.\bar{7}.\bar{7}\}$ | - |
| $4R$ | $\{40\bar{4}1\}$ | $\{3\bar{1}\bar{1}\}$ | - |
| $R$ | $\{10\bar{1}1\}$ | $\{100\}$ | Haidinger |
| $0R$ | $\{0001\}$ | $\{111\}$ | Haüy |
| $-32R$ | $\{0.32.\overline{32}.1\}$ | $\{11.11.\overline{21}\}$ | Breithaupt |
| $-14R$ | $\{0.14.\overline{14}.1\}$ | $\{55\bar{9}\}$ | Haüy |
| $-8R$ | $\{08\bar{8}1\}$ | $\{33\bar{5}\}$ | Breithaupt |
| $-5R$ | $\{05\bar{5}1\}$ | $\{22\bar{3}\}$ | - |
| $-\frac{11}{4}R$ | $\{0.11.\overline{11}.4\}$ | $\{55\bar{6}\}$ | Sansoni |
| $-\frac{9}{4}R$ | $\{09\bar{9}4\}$ | $\{13.13.\overline{14}\}$ | - |
| $-2R$ | $\{02\bar{2}1\}$ | $\{11\bar{1}\}$ | Haüy |
| $-\frac{5}{4}R$ | $\{05\bar{5}4\}$ | $\{33\bar{2}\}$ | Breithaupt |
| $-\frac{4}{5}R$ | $\{04\bar{4}5\}$ | $\{33\bar{1}\}$ | Romé de l'Isle |
| $-\frac{3}{5}R$ | $\{03\bar{3}5\}$ | $\{88\bar{1}\}$ | Haüy |
| $-\frac{1}{2}R$ | $\{01\bar{1}2\}$ | $\{110\}$ | Romé de l'Isle |
| $-\frac{2}{5}R$ | $\{02\bar{2}5\}$ | $\{771\}$ | vom Rath u. Dauber |
| $-\frac{1}{5}R$ | $\{01\bar{1}5\}$ | $\{221\}$ | Frenzel |
| $\frac{2}{3}P2$ | $\{11\bar{2}3\}$ | $\{210\}$ | Sansoni |
| $\frac{1}{4}R3$ | $\{21\bar{3}4\}$ | $\{310\}$ | Haidinger |
| $\frac{2}{5}R2$ | $\{31\bar{4}5\}$ | $\{410\}$ | - |
| $R\frac{7}{5}$ | $\{61\bar{7}5\}$ | $\{60\bar{1}\}$ | Zippe |
| $R\frac{3}{2}$ | $\{51\bar{6}4\}$ | $\{50\bar{1}\}$ | Haidinger |
| $R\frac{8}{5}$ | $\{13.3.\overline{16}.10\}$ | $\{13.0.\bar{3}\}$ | Sansoni |
| $R\frac{5}{3}$ | $\{41\bar{5}3\}$ | $\{40\bar{1}\}$ | Lévy |
| $R2$ | $\{31\bar{4}2\}$ | $\{30\bar{1}\}$ | Haidinger |
| $R3$ | $\{21\bar{3}1\}$ | $\{20\bar{1}\}$ | Frenzel |
| $R\frac{11}{3}$ | $\{7.4.\overline{11}.3\}$ | $\{70\bar{4}\}$ | Sansoni |
| $R\frac{13}{3}$ | $\{8.5.\overline{13}.3\}$ | $\{80\bar{5}\}$ | - |
| $R5$ | $\{32\bar{5}1\}$ | $\{30\bar{2}\}$ | Haidinger |
| $R\frac{19}{3}$ | $\{11.8.\overline{19}.3\}$ | $\{11.0.\bar{8}\}$ | Sansoni |

| Naumann'sches Symbol: | Miller-Bravais: | Miller: | Erster Beobachter: |
|---|---|---|---|
| $R7$ | $\{43\bar{7}1\}$ | $\{40\bar{3}\}$ | Lévy |
| $R9$ | $\{54\bar{9}1\}$ | $\{50\bar{4}\}$ | Sansoni |
| $\frac{11}{3}R\frac{19}{11}$ * | $\{15.4.\bar{19}.3\}$ * | $\{37.\bar{8}.\bar{20}\}$ * | - |
| $\frac{7}{2}R\frac{13}{7}$ * | $\{10.3.\bar{13}.2\}$ * | $\{25.\bar{5}.\bar{14}\}$ * | - |
| $4R2$ | $\{62\bar{8}1\}$ | $\{5\bar{1}\bar{3}\}$ | - |
| $-\frac{8}{7}R2$ | $\{4.12.\bar{16}.7\}$ | $\{95\bar{7}\}$ | - |
| $-2R2$ | $\{13\bar{4}1\}$ | $\{21\bar{2}\}$ | Lévy |
| $-12R\frac{7}{6}$ * | $\{1.13.\bar{14}.1\}$ * | $\{16.13.\bar{26}\}$ * | Sansoni |
| $\infty P2$ | $\{11\bar{2}0\}$ | $\{10\bar{1}\}$ | Haidinger |

**Liste der Combinationen des Kalkspathes von Freiberg.**

| | |
|---|---|
| $\{0001\}\;\{01\bar{1}5\}\;\{01\bar{1}2\}\;\{10\bar{1}1\}$ | Frenzel l. c. S. 50 |
| $\{10\bar{1}0\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Lévy, Var. 27, Nr. 107, 115, 123, 124 |
| - $\{0001\}$ | - |
| - $\{02\bar{2}1\}$ | - |
| - $\{0001\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Lévy, Var. 48, Nr. 163, 166 |
| - $\{0.14.\bar{14}.1\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Haüy, Var. 84, Fig. 90 |
| - $\{21\bar{3}1\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Sansoni Nr. 3 |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{02\bar{2}1\}$ | - |
| - $\{10\bar{1}1\}\;\{01\bar{1}2\}$ | - |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{32\bar{5}1\}$ | - |
| - $\{31\bar{4}2\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Zippe u. Haidinger |
| - $\{0001\}\;\{43\bar{7}1\}$ | - |
| - $\{11\bar{2}3\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Sansoni Nr. 2 |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{11.8.\bar{19}.3\}$ | - - 4 |
| - $\{51\bar{6}4\}\;\{01\bar{1}2\}$ | - - 1 |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{21\bar{3}4\}$ | - - 6 |
| - $\{8.5.\bar{13}.3\}\;\{01\bar{1}2\}$ | - - 7 |
| - $\{4.12.\bar{16}.7\}\;\{01\bar{1}2\}$ | - - 5 |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{13.3.\bar{16}.10\}$ | - - 8 |
| - $\{02\bar{2}1\}\;\{03\bar{3}5\}\;\{0001\}$ | Haüy, Var. 110, Fig. 115 |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{05\bar{5}1\}\;\{08\bar{8}1\}$ | Zippe u. Breithaupt Nr. 214 |
| - $\{61\bar{7}5\}\;\{10\bar{1}1\}\;\{01\bar{1}2\}$ | Zippe, Fig. 84 |
| - $\{31\bar{4}2\}\;\{01\bar{1}2\}\;\{10\bar{1}1\}$ | Zippe u. Haidinger Fig. 85 |
| - $\{31\bar{4}2\}\;\{01\bar{1}2\}\;\{32\bar{5}1\}$ | - - |
| - $\{0001\}\;\{43\bar{7}1\}\;\{13\bar{4}1\}$ | Lévy, Var. 130, Fig. 91, Pl. VI |
| - $\{0.11.\bar{11}.4\}\;\{01\bar{1}2\}\;\{0001\}$ | Sansoni Nr. 9 |
| - $\{41\bar{5}3\}\;\{01\bar{1}2\}\;\{32\bar{5}1\}$ | - - 11 |
| - $\{01\bar{1}2\}\;\{02\bar{2}1\}\;\{0001\}$ | - |
| - $\{09\bar{9}4\}\;\{01\bar{1}2\}\;\{0001\}$ | - - 10 |

| | |
|---|---|
| $\{10\bar{1}0\}$ $\{31\bar{4}2\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{32\bar{5}1\}$ | Zippe u. Haidinger |
| - $\{10.3.\overline{13}.2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{0001\}$ | Sansoni Nr. 12 |
| - $\{41\bar{5}3\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{13.0.\overline{13}.1\}$ $\{0001\}$ | Lévy, Var. 118, Fig. 82 |
| - $\{31\bar{4}2\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{32\bar{5}1\}$ $\{11\bar{2}0\}$ | Zippe u. Haidinger |
| - $\{21\bar{3}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{40\bar{4}1\}$ $\{1.13.\overline{14}.1\}$ $\{32\bar{5}1\}$ | Sansoni Nr. 13 |
| - $\{15.4.\overline{19}.3\}$ $\{0001\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{54\bar{9}1\}$ $\{7.4.\overline{11}.3\}$ | - - 14 |
| - $\{31\bar{4}2\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{21\bar{3}4\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{32\bar{5}1\}$ $\{11\bar{2}0\}$ | Zippe u. Haidinger Fig. 86 |
| - $\{31\bar{4}2\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{10\bar{1}1\}$ $\{21\bar{3}4\}$ $\{51\bar{6}4\}$ $\{32\bar{5}1\}$ | Zippe u. Haidinger |
| $\{02\bar{2}5\}$ $\{10\bar{1}0\}$ $\{11\bar{2}0\}$ | vom Rath u. Dauber |
| $\{01\bar{1}2\}$ | Lévy, Var. 3, Nr. 13, 19 |
| - $\{13.0.\overline{13}.1\}$ | Lévy, Var. 23, Nr. 82 |
| - $\{10\bar{1}0\}$ | - |
| - $\{10\bar{1}0\}$ $\{02\bar{2}1\}$ | - |
| $\{04\bar{4}5\}$ | Romé de l'Isle u. Bornemann |
| $\{02\bar{2}1\}$ | - |
| - $\{10\bar{1}1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{0001\}$ | - |
| $\{10.0.\overline{10}.1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ | Breithaupt |
| $\{14.0.\overline{14}.1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ | - |
| $\{16.0.\overline{16}.1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ | - |
| $\{0.32.\overline{32}.1\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{02\bar{2}1\}$ $\{21\bar{3}1\}$ | - |
| $\{21\bar{3}1\}$ | - |
| $\{62\bar{8}1\}$ | Sansoni |
| $\{6.5.\overline{11}.1\}$ | - |
| $\{21\bar{3}1\}$ $\{40\bar{4}1\}$ | - |
| $\{21\bar{3}1\}$ $\{0001\}$ $\{01\bar{1}2\}$ $\{21\bar{3}4\}$ | - |

## XXVIII. Kürzere Originalmittheilungen und Notizen.

---

**1. V. Brandão** (in Lissabon): **Die Kantensymbole im hexagonalen Systeme.** Die Miller'schen krystallographischen Symbole sind gegenwärtig fast die einzigen gebräuchlichen. Sie sind auch die sowohl geometrisch wie rechnerisch und praktisch einzig richtigen.

Mit der von P. Groth vorgeschlagenen und allgemein anerkannten Flächenbezeichnung im hexagonalen Systeme ist hier auch den Symmetrieverhältnissen Rechnung getragen und der zum Theil das Symmetriekriterium bildenden einfachen Flächenform ein eigenes Symbol gegeben worden. Nur die Bezeichnung der einzelnen Kanten und der den Flächenformen zur Seite stehenden Kantenformen ist in diesem Systeme, und zwar aus zwei Gründen, mangelhaft: erstens weil, abweichend von den übrigen Systemen und insbesondere vom tetragonalen, jede Kante des in der Basis liegenden isotropen Büschels ein von demjenigen der zu ihr senkrechten Fläche (auch mit Vernachlässigung der überzähligen Indices) verschiedenes Symbol erhält, woraus wieder folgt, dass allgemeine gleich indicirte Kanten und Flächennormalen nicht in derselben Fläche der isotropen (Haupt-) Zone liegen, und zweitens, weil die Natur der den gegenwärtigen Definitionsgrössen einer Kante zu Grunde liegenden Cartesischen Coordinaten die Einführung eines vierten, der durch die Symmetrieverhältnisse geforderten überzähligen Axe entsprechenden Index nicht gestattet.

Im tetragonalen Systeme sind die Indices einer Kante gleich den Verhältnissen der Cartesischen Coordinaten irgend eines Punktes der Centralkantenrichtung dividirt durch die respectiven Axeneinheiten. Man kann sie aber auch definiren als die Verhältnisse der durch die Axeneinheiten dividirten Abschnitte, welche drei durch irgend einen Punkt der Centralkantenrichtung auf die Axen gefällte normale Ebenen auf den respectiven Axen erzeugen. Ueberträgt man letzteren Begriff auf das hexagonale System, so kann man so viel neue Axen einführen, wie man nur will, und die entsprechenden Indices, sei es direct durch die Winkel der Kante mit den neuen Axen und die betreffenden Axeneinheiten, sei es rechnerisch aus den drei ersteren (deren Axen nicht tautozonal sein dürfen) allein, bestimmen.

Es werden mit $\pi_1$, $\pi_2$, $\pi_3$ die Axen des dreizähligen Coordinatensystems, mit $\pi_0$ die überzählige in der Basis liegende Axe (siehe relative Stellung in umstehender Figur), und mit $k$ die Kante bezeichnet, deren gewöhnliche Indices $k_1$, $k_2$, $k_3$ sind. Man findet dann leicht für obige auf die Axen $\pi_1$, $\pi_2$, $\pi_3$ bezüglichen Bestimmungsgrössen, welche nichts anderes sind, als die Verhältnisse der durch die Axeneinheiten dividirten Cosinus der Winkel, welche die Kante mit den Axen bildet (Liebisch, geometr. Krystallogr. 84 (8)):

$$\frac{\cos(k\pi_1)}{a_1} : \frac{\cos(k\pi_2)}{a_2} : \frac{\cos(k\pi_3)}{a_3} = k_1 + c_{12}\frac{a_2}{a_1}k_2 + c_{13}\frac{a_3}{a_1}k_3 :$$

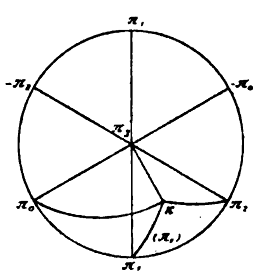
$$c_{21}\frac{a_1}{a_2}k_1 + k_2 + c_{23}\frac{a_3}{a_2}k_3 : c_{31}\frac{a_1}{a_3}k_1 + c_{32}\frac{a_2}{a_3}k_2 + k_3 .$$

In unserem Falle ist aber:

$$a_1 = a_2 (= a) ,$$
$$c_{12} = \tfrac{1}{2} , \quad c_{13} = c_{23} = 0$$

und man erhält schliesslich:

$$\frac{\cos(k\pi_1)}{a} : \frac{\cos(k\pi_2)}{a} : \frac{\cos(k\pi_3)}{a_3} = k_1 + \tfrac{1}{2}k_2 : \tfrac{1}{2}k_1 + k_2 : k_3 .$$



Hieraus sieht man, dass die Grössen $\frac{\cos(k\pi_1)}{a}$, $\frac{\cos(k\pi_2)}{a}$, $\frac{\cos(k\pi_3)}{a_3}$ ebenso wie im tetragonalen Systeme ganz zweckmässige Definitionsgrössen darstellen, da sie für jede mögliche Kante sich wie rationale Zahlen verhalten und umgekehrt. Es bleibt nur übrig, zu zeigen, dass der überzählige auf $\pi_0$ bezügliche Index sich genau wie bei den Flächen durch einfache Subtraction aus den auf $\pi_1$ und $\pi_2$ bezüglichen berechnen lässt, und dass die zuerst erwähnte Unzweckmässigkeit der gewöhnlichen Indices aus diesen neuen verschwunden ist. Aus nebenstehender Figur erhält man leicht:

$$\cos(k\pi_0) = \tfrac{1}{2}\cos(k\pi_1) - \frac{\sqrt{3}}{2}\sin(k\pi_1)\cos(\pi_1)$$

und

$$\sqrt{\tfrac{3}{2}}\sin(k\pi_1)\cos(\pi_1) = \cos(k\pi_2) - \tfrac{1}{2}\cos(k\pi_1) ,$$

woraus:

$$\cos(k\pi_0) = \cos(k\pi_1) - \cos(k\pi_2)$$

und

$$\frac{\cos(k\pi_0)}{a} = \frac{\cos(k\pi_1)}{a} - \frac{\cos(k\pi_2)}{a} ,$$

was die behauptete additive Eigenschaft beweist.

Haben nun eine Fläche, deren Normale mit $f$ bezeichnet wird, und die Kante $k$ dasselbe Symbol, so ist:

$$a\cos(f\pi_1) : a\cos(f\pi_2) : a_3\cos(f\pi_3) = \frac{\cos(k\pi_1)}{a} : \frac{\cos(k\pi_2)}{a} : \frac{\cos(k\pi_3)}{a_3} .$$

woraus:

$$\frac{\cos(f\pi_1)}{\cos(f\pi_2)} = \frac{\cos(k\pi_1)}{\cos(k\pi_2)} ,$$

was den Beweis dafür liefert, dass gleich indicirte Flächennormale und Kante in

derselben Fläche der Hauptzone liegen. Gehört aber die Fläche der Hauptzone selbst an, so ist $\cos(f\pi_3) = 0$ und die Gleichheit der Indices erfordert:

$$\cos(k\pi_3) = 0\ ,$$

so dass die Kante in diesem Falle mit der Flächennormale zusammenfällt.

Mittelst dieser neuen Indices wird die Stellung der betreffenden Kante bezüglich der Symmetrieelemente des Complexes augenblicklich übersehen, ebenso wie ihre Stellung gegen die gleich indicirte Fläche, und dasselbe ist bezüglich der einfachen Kantenform zu sagen, welche nun ein eigenes demjenigen der Flächenformen ganz analoges Symbol erhält. Schliesslich werde noch die Ableitung der neuen Indices $x_0$, $x_1$, $x_2$, $x_3$ aus den alten $k_1$, $k_2$, $k_3$ und Umkehrung zusammengestellt:

$$x_0 : x_1 : x_2 : x_3 = \tfrac{1}{2}(k_1 - k_2) : k_1 + \tfrac{1}{2}k_2 : \tfrac{1}{2}k_1 + k_2 : k_3$$
$$k_1 : k_2 : k_3 = x_1 - \tfrac{1}{2}x_2 : -\tfrac{1}{2}x_1 + x_2 : \tfrac{3}{4}x_3\ ,$$

wobei:

$$x_0 - x_1 + x_2 = 0\ .$$

Für das übliche Bravais'sche Coordinatenaxensystem ist oben statt

$$c_{12} = \tfrac{1}{2}$$
$$c_{12} = -\tfrac{1}{2}$$

zu setzen, woraus folgt:

$$x_1' : x_2' : x_3' = k_1' - \tfrac{1}{2}k_2' : -\tfrac{1}{2}k_1' + k_2' : k_3'\ .$$

Wird weiter in der Figur anstatt $\pi_0$, $\pi^2$, $-\pi_1$, $k$ die Bezeichnung

$$\pi_1',\ \pi_2',\ \pi_u',\ k'$$

gedacht, so ist im Dreieck $k'\pi_1'\pi_u'$:

$$\cos(k'\pi_u') = -\tfrac{1}{2}\cos(k'\pi_1') - \frac{\sqrt{3}}{2}\sin(k'\pi'_1)\cos(\pi_1')$$

und wegen Dreieck $k'\pi_1'\pi_2'$:

$$\cos(k'\pi_u') = -\tfrac{1}{2}\cos(k'\pi_1') - \cos(k'\pi_2') - \tfrac{1}{2}\cos(k'\pi_1')$$

und endlich

$$\frac{\cos(k'\pi_u')}{a} + \frac{\cos(k'\pi_1')}{a} + \frac{\cos(k'\pi_2')}{a} = 0$$

oder

$$x_1' + x_2' + x_u' = 0\ ,$$

genau so wie für die Indices einer Fläche.

Die Uebergangsformeln werden dann zu

$$x_1' : x_2' : x_u' : x_3' = k_1 - \tfrac{1}{2}k_2 : -\tfrac{1}{2}k_1' + k_3' : -\tfrac{1}{2}(k_1' + k_3') : k_3'$$

und

$$k_1' : k_2' : k_3' = x_1' + \tfrac{1}{2}x_2' : \tfrac{1}{2}x_1' + x_2' : \tfrac{3}{4}x_3'\ ,$$

wobei

$$x_1' + x_2' + x_u' = 0\ .$$

**2. C. Viola** (in Rom): **Ein Wort über den Hauptsatz der Symmetrie der Krystalle.** — In einem 1893 erschienenen Aufsatze*), worin ich die Anwendung der Quaternionenrechnung in der Krystallographie behandelte, zeigte ich, wie man auf rasche und elegante Weise die krystallographischen Gesetze beweisen kann. Ich wies auch, und zwar unabhängig von Herrn von Fedorow das Gesetz nach, zufolge welchem eine Symmetrieaxe immer eine mögliche Krystallkante ist. Da diese Frage wieder aufgeworfen wurde, und obwohl Herr von Fedorow**) die Richtigkeit seiner Behauptung durchschlagend bewiesen hat, sei mir dennoch erlaubt, dem Leser meine Beweisführung, die ich damals gab, hier auseinander zu setzen.

Um die Lage einer Krystallfläche im Raume festzustellen, fasse ich ihre Polare in's Auge, auf welche ich einen Einheitsvector auftrage. Somit ist das Symbol einer Krystallfläche gleich dem geometrischen Werthe ihres Vectors, dessen arithmetrischer Werth $\sqrt{-1}$ ist. Auf dieselbe Weise wird auch auf einer Krystallkante ein Einheitsvector aufgetragen, und dieselbe so festgestellt.

Dies angenommen, seien $\varrho_1$ und $\varrho_2$ die Einheitsvectoren zweier Krystallflächen, $\varphi$ der Winkel, den sie einschliessen und $\varepsilon$ ihre gemeinschaftliche Zone. Ich hatte damals Folgendes gefunden:

$$1)\qquad \frac{\varrho_2}{\varrho_1} = \varepsilon^{\frac{2\varphi}{\pi}}, \qquad (\pi = 3,14159).$$

Hier bedeutet $\varepsilon^{\frac{2\varphi}{\pi}}$ die Einheitsquaternion des geometrischen Quotienten $\frac{\varrho_2}{\varrho_1}$.

Die Relation 1) ist die Gleichung einer Zone; sie bestimmt vollständig sowohl $\varepsilon$ als $\varphi$. Man beweist leicht, und hier genügt nur eine Andeutung, dass, wenn die Coëfficienten von $\varrho_1$ und $\varrho_2$ proportional rationalen Zahlen sind, diejenigen von $\varepsilon$ es auch sein müssen.

Man kann nun auch für eine Symmetrie eine Gleichung ableiten, welche ganz analog ist mit derjenigen, die für die Zone gilt. Zu diesem Behufe seien $\varrho_1$, $\varrho_2$, $\varrho_3$ die Einheitsvectoren dreier Flächen, welche zur Axe $\sigma$ symmetrisch liegen, und daher mit dieser einen Winkel $\alpha$ einschliessen.

Es entsteht nun der Vector $\varrho_2$ aus $\varrho_1$, indem dieser um den Winkel $\varphi$ um die Axe $\sigma$ gedreht wird. Ebenso entsteht $\varrho_3$ aus $\varrho_2$. Dadurch erhalten wir folgende Gleichungen:

$$\varrho_2 - \varepsilon \cos \alpha = (\varrho_1 - \varepsilon \cos \alpha)\, \varepsilon^{\frac{2\varphi}{\pi}},$$

$$\varrho_3 - \varepsilon \cos \alpha = (\varrho_2 - \varepsilon \cos \alpha)\, \varepsilon^{\frac{2\varphi}{\pi}},$$

die durch Subtraction Folgendes ergeben:

$$2)\qquad \frac{\varrho_3 - \varrho_2}{\varrho_2 - \varrho_1} = \varepsilon^{\frac{2\varphi}{\pi}},$$

*) C. Viola, Giorn. di Min. ecc. F. Sansoni 1893, 4, 260.

**) E. v. Fedorow, diese Zeitschr. 1893, 19, 700.
B. Hecht, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1893, 2, 173.
Fedorow, ebenda 1894, 1, 199.
Hecht, ebenda 278.

was mit der Gleichung 1) identisch ist, mit dem Unterschiede, dass anstatt der Vectoren ihre Differenzen stehen. Daraus folgt, dass die Gleichung der Zone und diejenige der Symmetrie eine sich deckende Bedeutung haben. Die Gleichung 2) kann auch die Form

$$\frac{\varrho_3 - \varrho_2}{\varrho_2 - \varrho_1} = \varepsilon^{\frac{1}{n}}$$

annehmen, worin $n = \frac{2\pi}{\varphi}$ $(n > 2)$ die Zahl der Symmetrie ist.

Nun sagt 2), dass die Coëfficienten von $\varepsilon$ dann und nur dann proportional rationalen Zahlen werden, wenn die Coëfficienten von $\varrho_2 - \varrho_1$ und $\varrho_3 - \varrho_2$ proportional rationalen Zahlen sind. Die Coëfficienten von $\varrho_1$, $\varrho_2$, $\varrho_3$ sind dies in der That. Wenn man ferner in einer dreizähligen Symmetrie drei symmetrische Kanten als Axen des Krystalles annimmt, so wird jeder der drei Einheitsvectoren $\varrho_1$, $\varrho_2$, $\varrho_3$ in derselben Beziehung zu diesen drei Axen stehen, und ihr Proportionalitätsfactor wird für alle drei derselbe sein; daraus folgt somit, dass die Coëfficienten von $\varrho_2 - \varrho_1$ und $\varrho_3 - \varrho_2$ ebenfalls proportional rationalen Zahlen sein müssen. Auf die übrigen aus Gleichung 2) sich ergebenden Folgerungen will ich hier nicht eingehen.

So kommt man auf anderem, einfacherem Wege zu demselben Schlusse wie Herr v. Fedorow*) und Gadolin.

Rom, 4. Juni 1894.

8. H. Ries (in New York): **Ueber künstliche Krystalle von Zinkoxyd.** Mit 3 Textfiguren. — Bekanntlich bilden sich in Zink-Flammenöfen nicht selten Krystalle von Zinkoxyd, aber gewöhnlich besitzen dieselben gerundete Flächen und gestatten keine genauen Messungen. Gute Krystalle wurden bisher von mehreren Autoren beschrieben**); aus amerikanischen Hütten jedoch bisher nur ein einziges Vorkommen, das von König (Proc. Phil. Acad. Sc. 1873, 12) erwähnte von La Salle, Illinois; diese nadelförmigen hexagonalen Krystalle wurden nicht gemessen.

Der Verf. erhielt vor Kurzem zwei Sendungen von Krystallen, eine von Herrn O. A. van Ingen von der New Jersey Zinc and Iron Co. in Newark, die andere von Herrn G. F. Kunz, welcher sie auf den Werken der Passaic Zinc Co. in Jersey City, N. J., gesammelt hatte. Die Krystalle von Newark, Combinationen von Pyramide und Prisma, geben für die Messung zu unvollkommene Reflexe. In der zweiten Sendung befinden sich jedoch einige Krystalle, welche sehr gute Messungen gestatteten.

---

*) Fedorow, diese Zeitschr. 1894, **23**, 99; siehe auch diese Zeitschr. 1890, **17**, 617.

**) Koch, Beitr. z. Kenntniss kryst. Hüttenprod. Göttingen 1822.
Des Cloizeaux, Ann. d. Mines 1842 (4), **1**, 488.
G. vom Rath, Pogg. Ann. 1864, **122**, 406 und 1871, **144**, 580.
F. Rinne, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1884, **60**, 164. Referirt diese Zeitschr. **11**, 329.
A. Firket, Ann. Soc. Geol. Belg. 1885, 12. Bull. 191. Diese Zeitschr. **13**, 420.
G. Greim, Ber. d. Oberhess. Ges. f. Nat.- u. Heilk. 1886, **24**, 59. Diese Zeitschr. **14**, 410.
K. Busz, diese Zeitschr. 1889, **15**, 621.
J. T. Cundall, Min. Mag. 1890, **9**, No. 41. Diese Zeitschr. **20**, 520.
Lévy, Ann. d. Mines 1843, **4**, 516.

Fig. 1, Combination $m = \{10\bar{1}0\}\infty P$, $y = \{20\bar{2}5\}\frac{2}{5}P$, zeigt den ersten gemessenen Krystall. Die im höchsten Falle um 20′ schwankenden Messungen gaben im Mittel für $m : y = 54^{0}\,27'$ (berechnet nach Rinne's Axenverhältniss $53^{0}\,10'$).

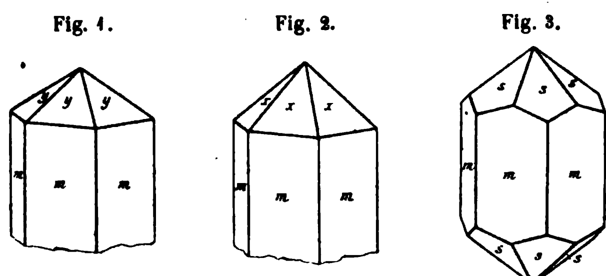



Fig. 2 zeigt den zweiten gemessenen Krystall, dessen Endflächen von der Pyramide $x = \{10\bar{1}2\}\frac{1}{2}P$ gebildet waren; $x : m$ beobachtet $43^{0}\,47^{0}$, berechnet $43^{0}\,5'$.

Der dritte Krystall, Fig. 3, war an beiden Enden ausgebildet und zeigte die Pyramide zweiter Ordnung $s = \{11\bar{2}4\}\frac{1}{2}P2$; $s : s$ beob. $38^{0}\,12'$, ber. $36^{0}\,42'$. Diese Form scheint bisher nicht beobachtet worden zu sein.

Eine deutlich hemimorphe Ausbildung wurde nicht beobachtet; jedoch zeigte ein Krystall ein spitz zulaufendes Prisma mit Pyramide und Basis am unteren Ende. Die Krystalle waren farblos, durchsichtig und ohne basische Spaltbarkeit. Sie waren sämmtlich klein; die abgebildeten maassen: $5 \times 3$, $4 \times 2{,}5$ und $5 \times 1{,}5$ mm.

Die Pyramide $\{20\bar{2}5\}$ wurde von Greim und Cundall, $\{10\bar{1}2\}$ von Denselben und Lévy beobachtet.

Min. Labor. Columbia Coll.

# XXIX. Auszüge.

**1. J. Hockauf** (in Wien): **Krystallform der Hydrokaffeesäure,** $C_9H_{10}O_4$. Dargestellt von M. Bamberger (Sizungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien 1891, **100,** Abth. IIb, 411). Krystalle aus Wasser. Schmelzpunkt 139°.

Krystallsystem: Asymmetrisch mit grosser Annäherung an das monosymmetrische System; da die Messungen wegen schlechter Flächenbeschaffenheit nicht sehr genau ausfielen, so wurden die Krystalle monosymmetrisch berechnet.

$$a : b : c = 2,5604 : 1 : 1,9676; \quad \beta = 108^0.$$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {111}. Tafeln nach {001}.

(100):(001) = 72° 0′
(100):(111) = 62 50
(001):(111) = 58 22

Hellbraun, durchsichtig. Starke Doppelbrechung. Durch (001) tritt eine optische Axe aus; die Auslöschungsrichtung auf (001) bildet einen Winkel von ca. 6½° mit Kante (001):(100).

Ref.: W. Muthmann.

**2. A. Eichengrün** (in Aachen): **Krystallform einiger organischer Substanzen.** Dieselben sind vom Verf. und A. Einhorn dargestellt (Lieb. Ann. d. Chem. 1891, **262,** 133—181).

1. *o*-Nitro-*m*-chlorphenylmilchsäuremethylketon, $C_{10}H_{10}O_4ClN$.
Schmelzpunkt 106½°—107½°. Krystalle aus Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6412 : 1 : 1,4375; \quad \beta = 103^0\ 55\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: {111}, {11$\bar{1}$}, {001}, {010}. Tafeln nach der Basis, meist etwas nach der *a*-Axe gestreckt.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(1$\bar{1}$1) = | 64° 18½′ | 64° 12′ |
| (11$\bar{1}$):(1$\bar{1}\bar{1}$) = | 55 47 | 55 46 |
| (010):(111) = | *57 54 | — |
| (010):(11$\bar{1}$) = | 62 18 | 62 22 |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(001) = | *79 55 | — |
| (00$\bar{1}$):(11$\bar{1}$) = | *59 15 | — |
| (111):(11$\bar{1}$) = | 40 50 | 40° 50′ |

Farblos, durchsichtig; die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene.

2. *o*-Nitro-*m*-chlorphenyl-*β*-milchsäure, $C_9H_8ClNO_5$. Schmelzpunkt 156°. Krystalle aus verdünntem Alkohol.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,8652 : 1 : 1,8184; \quad \beta = 101° 19\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {111}, {$\bar{1}$11}, {001}, {010}. Sechseckige Tafeln nach der Basis, die gewöhnlich parallel der Symmetrieebene zu zusammenhängenden Flächen verwachsen sind.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(1$\bar{1}$1) = | 70° 31′ | 71° 2′ |
| (11$\bar{1}$):(1$\bar{1}\bar{1}$) = | 79 52½ | 79 28 |
| (010):(111) = | *54 29 | — |
| (010):(11$\bar{1}$) = | 50 8 | 50 16 |
| (001):(111) = | *62 36 | — |
| (001):($\bar{1}$11) = | 77 50 | — |

Farblos, durchsichtig. Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Geneigte Dispersion deutlich wahrnehmbar.

3. *p*-Methoxycarbostyril, $C_{10}H_9NO_2$.

Schmelzpunkt 218°—219°. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,8280 : 1 : 0,3866$.

Beobachtete Formen: {111}, {320}; kurzprismatisch nach letzterer Form. Der Beschreibung nach scheint die Substanz sphenoidisch-hemiëdrisch zu sein; der Verf. schreibt: »Von den Pyramidenflächen ist gewöhnlich eine vorherrschend, am anderen Ende meist die der anstossenden Fläche entsprechende, so dass die Krystalle unsymmetrisch abgeschrägte Säulen bilden.«

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (320):(3$\bar{2}$0) = | 102° 23′ | 102° 20′ |
| (320):(111) = | 59 27 12″ | 59 28 30″ |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *38 36 30 | — |
| (111):($\bar{1}\bar{1}$1) = | 62 27 | 62 26 |
| (111):($\bar{1}$11) = | *47 9 | — |

Starker Pleochroismus, gelbbraun. Durch die Prismenflächen tritt eine Axe aus, die optische Axenebene ist die Basis. Starke Dispersion.

Ref.: W. Muthmann.

**2. L. Milch** (in Breslau): **Krystallform einiger organischer Substanzen.**

1. Platindoppelsalz von Tropinchlorhydrat, $(C_8H_5NOHCl)_2PtCl_4$ *).

Dargestellt von A. Ladenburg (Ber. d. deutsch. chem. Gesellsch. 1891, **24**, 1629). Schmelzpunkt 197°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,1425 : 1 : 1,4648; \quad \beta = 151^\circ 13'.$$

Beobachtete Formen: $\{010\}, \{001\}, \{110\}, \{101\}, \{20\bar{3}\}, \{11\bar{1}\}, \{11\bar{2}\}$. Der Habitus der Krystalle wechselt sehr; der Verf. giebt im Original Abbildungen der verschiedenen Typen. Er beobachtete: 1) Tafeln nach der Symmetrieebene, 2) rectanguläre Säulen mit vorherrschendem (010) und $(\bar{2}03)$, 3) Prismen nach der $a$-Axe mit vorherrschendem (010) und (001) und 4) Tafeln nach $(20\bar{3})$.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(010) = | *61° 11' | — |
| (110):(001) = | *39 50 | — |
| $(110):(10\bar{1})$ = | 55 33 | 55° 33' |
| $(110):(\bar{2}03)$ = | 87 47 | 87 47½ |
| $(110):(11\bar{1})$ = | *42 35 | — |
| $(110):(\bar{1}\bar{1}2)$ = | 86 57 | 86 46 |
| $(10\bar{1}):(00\bar{1})$ = | 78 35 | 78 40 |
| $(10\bar{1}):(20\bar{3})$ = | 42 35 | 42 38 |
| $(10\bar{1}):(11\bar{1})$ = | — | 47 48 |
| $(11\bar{2}):(10\bar{1})$ = | — | 70 16½ |
| $(20\bar{3}):(00\bar{1})$ = | 58 42 | 58 42½ |
| $(20\bar{3}):(11\bar{1})$ = | 60 32 | 60 24 |
| $(20\bar{3}):(11\bar{2})$ = | 39 52 | 40 1½ |
| $(11\bar{1}):(010)$ = | 41 45 (appr.) | 42 12 |
| $(11\bar{1}):(001)$ = | 82 25 | 82 25 |
| $(11\bar{1}):(11\bar{2})$ = | 50 26 | 50 39 |
| $(010):(11\bar{2})$ = | 56 36 | 56 38½ |
| $(11\bar{2}):(00\bar{1})$ = | 47 8 | 46 56 |

Spaltbarkeit nicht beobachtet. Farbe gelbroth bis cochenilleroth. Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu (010) und bildet mit der $c$-Axe im stumpfen Winkel $\beta$ einen Winkel von 67°. Der Axenwinkel, durch Platten nach (010) in Oel ($n = 1,4678$) in $Na$-Licht gemessen, ergab sich zu 120° 5′.

2. Isocymoltetrabromid, $C_{10}H_{14}Br_4$.

Dargestellt von O. Wallach (Liebig's Ann. d. Chem. 1891, **264**, 29). Schmelzpunkt 154°—155°. Krystalle aus Essigäther.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,39363 : 1 : 0,35557;$$

| | | | |
|---|---|---|---|
| $A =$ | 88° 8′ | $\alpha =$ | 89° 11′ |
| $B =$ | 100 27 | $\beta =$ | 100 19 |
| $C =$ | 84 5 | $\gamma =$ | 84 19½ |

*) Vergl. die einander sehr widersprechenden Angaben über die Krystallform des Salzes von Kraut (Ann. d. Chem. u. Pharm. 1865, **133**, 89 und 91) und Lossen (ebenda 1864, **131**, 48).

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{\bar{1}01\}$, $\{011\}$, $\{11\bar{1}\}$. Säulenförmig nach der Verticalaxe. $\{010\}$ herrscht vor, $(001)$ und $(\bar{1}01)$ gross, $(011)$ kleiner und $(\bar{1}\bar{1}1)$ ganz klein ausgebildet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(0\bar{1}0)$ = | *84° 5′ | — |
| $(100):(001)$ = | *79 33 | — |
| $(0\bar{1}0):(001)$ = | *88 8 | — |
| $(\bar{1}01):(\bar{1}00)$ = | 53 30 | 53° 33′ |
| $(\bar{1}01):(010)$ = | 87 0 | 87 8½ |
| $(\bar{1}01):(001)$ = | *46 54 | — |
| $(011):(010)$ = | *72 20 | — |
| $(011):(001)$ = | 19 33 | 19 32 |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{1}0)$ = | 76 51 | 76 37 |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(001)$ = | 47 32 | 47 34 |
| $(\bar{1}1\bar{1}):(\bar{1}01)$ = | 16 10 | 16 14½ |

Farblos. Sehr starke Doppelbrechung. Die Auslöschungsrichtung bildet auf $(010)$ einen Winkel von 41°, auf $(100)$ einen Winkel von 43° mit der Verticalaxe; durch $(100)$ sieht man am Rande des Gesichtsfeldes eine optische Axe austreten.

Ref.: W. Muthmann.

**4. K. v. Kraatz-Koschlau** (in Heidelberg): **Krystallform der o-Chlor-a-m-nitrobenzolsulfonsäure,** $C_6H_3.Cl.NO_2.SO_3H + 2H_2O$. Dargestellt von A. Claus und C. Mann (Lieb. Ann. d. Chem. 1891, **265,** 88). Leicht löslich in Wasser. Die Krystalle schmelzen bei 105° in ihrem Krystallwasser und verlieren dasselbe bei 110°.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a:b:c = 0{,}8584:1:1{,}8520;$$
$$\alpha = 91^\circ 50', \quad \beta = 116' 54', \quad \gamma = 87^\circ 49'.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{0\bar{1}1\}$, $\{11\bar{1}\}$. Tafeln nach $\{010\}$, nach der $a$-Axe gestreckt. Die Pinakoide sind gross, alle anderen Flächen meist untergeordnet ausgebildet; zuweilen ist jedoch auch $(11\bar{1})$ stark entwickelt.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(001):(100)$ = | *63° 9′ | — |
| $(001):(010)$ = | *89 4 | — |
| $(001):(110)$ = | — | 68° 1′ |
| $(001):(0\bar{1}1)$ = | *37 35 | — |
| $(001):(11\bar{1})$ = | 114 50 | 115 11 |
| $(100):(110)$ = | *38 4 | — |
| $(100):(0\bar{1}1)$ = | — | 67 45 |
| $(010):(110)$ = | *53 29 | — |
| $(010):(11\bar{1})$ = | 55 29 | 55 28 |
| $(0\bar{1}1):(11\bar{1})$ = | 133 21 | 133 26 |

Ref.: W. Muthmann.

**5. G. Voss** (in Königsberg): **Beiträge zur Kenntniss der ameisensauren Salze** (Dissertation, Königsberg 1887; Lieb. Ann. d. Chem. 1891, **266,** 33).

### 1. Manganformiat, $Mn(CHO_2)_2 + 2H_2O$.

Der Verf. erhielt Krystalle dieses Salzes aus Mangan- und Baryumformiat enthaltenden Lösungen, die er hergestellt hatte, um zu constatiren, ob die Angabe von Heusser*) richtig sei, dass Manganformiat und Baryumformiat Mischkrystalle bilden. Es stellte sich heraus, dass isomorphe Mischungen der beiden Salze nicht entstehen; was Heusser als solche beschreibt, war reines Mangansalz. Dieses ist ausserdem von Handl**), aber nicht sehr genau, gemessen worden.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,3173 : 1 : 1,2134 ; \quad \beta = 97^0 37' 58''.$$

Beobachtete Formen: {110} und {001} voherrschend, {$\bar{2}$01}, {100}, {111}, {11$\bar{1}$}, {010}. Habitus kurzprismatisch.

| | Berechnet: | Gemessen: Voss: | Heusser: | Handl: |
|---|---|---|---|---|
| (100):(001) = | — | *82° 22′ 1″ | 82° 28′ | — |
| ($\bar{2}$01):(001) = | 67° 31½′ | — | 67 21 | 68° 1′ |
| ($\bar{2}$01):(00$\bar{1}$) = | — | *112 28 25 | 112 39 | — |
| ($\bar{2}$01):($\bar{1}$00) = | 30 6½ | 30 3 | 30 11 | 29 37 |
| ($\bar{2}$01):($\bar{1}$10) = | 58 16 | 58 19 | 58 16½ | 57 43 |
| (110):(001) = | 85 22 | 85 16 | — | 85 17 |
| (110):(100) = | — | 52 33 5 | 52 32 | 52 5 |
| (111):(001) = | 53 23 | 53 34 | 53 18½ | — |
| ($\bar{1}$11):(001) = | 59 50 | — | 59 40 | — |
| (111):(100) = | 55 56 | — | — | — |
| ($\bar{1}$11):($\bar{1}$00) = | 63 10 | — | — | — |
| (111):(010) = | 50 16 | — | — | — |
| ($\bar{1}$11):(010) = | 46 29 | — | — | — |
| (111):(110) = | 35 59 | 31 53 | 32 7½ | — |
| ($\bar{1}$11):($\bar{1}$10) = | 34 48 | — | 34 54 | 34 25 |

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Doppelbrechung positiv. Deutlich geneigte Dispersion erkennbar. $\varrho > v$. Die eine der optischen Axen tritt durch (001), die andere durch ($\bar{2}$01) aus; die Axen bilden mit den Flächennormalen folgende Winkel:

| | (001) | ($\bar{2}$01) |
|---|---|---|
| Rothes Glas | 26° 15,′6 | 15° 40,′4 |
| *Na*-Licht | 26 20,6 | 15 41,6 |
| Blaues Glas | 27 47,8 | 16 0,8 |

### 2. Kupferformiat.

Ueber dieses Salz finden sich in der Literatur widersprechende Angaben; v. Zepharovich hat ein von v. Hauer dargestelltes Präparat gemessen***), für das die Formel $(CHO_2)_2Cu + 2CH_2O_2 + 3H_2O$ angegeben wird; Wertheimer†) hat diesen Körper später nochmals analysirt und giebt die Formel $Cu(CHO_2)_2 + 3H_2O$. Der Verf. fand Folgendes.

---

*) Poggend. Ann. 1851, 83, 37.
**) Sitzungsber. d. k. Akad. Wien 1860, 42, 751.
***) Ebenda 1861, 43, Abth. 2, 548.
†) Ebenda 1867, Abth. 1, 55, 7.

1) Je nach der Temperatur, bei welcher das Salz sich ausscheidet, krystallisirt dasselbe wasserfrei, mit 2 Mol. Wasser oder mit 4 Mol. Wasser; ein saures Salz konnte nicht erhalten werden.

2) Sowohl die von v. Hauer, als auch die von Wertheimer für das von v. Zepharovich gemessene Product angegebene Formel ist falsch; dasselbe hat die Zusammensetzung $Cu(CHO_2)_2 + 2H_2O$ und ist isomorph mit den entsprechend zusammengesetzten Salzen des Zinks, Cadmiums und Mangans.

$Cu(CHO_2)_2 + 2H_2O$. Die Messung der Krystalle ergab Zahlen, die mit den von v. Zepharovich gefundenen ziemlich gut stimmen; die Krystalle waren durch Verdunstung einer wässerigen Lösung bei 50°—60° erhalten.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,33073 : 1 : 1,22445; \quad \beta = 96^0 37' 51''.$$

Beobachtete Formen: {001}, {$\bar{2}$01}, {106} vorherrschend, {110}, {$\bar{1}$11} ziemlich gross, {011} selten und klein ausgebildet. Habitus tafelförmig; Spaltbarkeit vollkommen nach (100), unvollkommen nach (010).

| | Berechnet: | Gemessen: Weis: | Zepharovich: |
|---|---|---|---|
| (100):(001) | = 83° 22′ | 83° 9′ | 83° 31′ |
| (001):(011) | = 50 34½ | — | — |
| (001):(101) | = 39 34 | — | — |
| (001):($\bar{2}$01) | = 66 41½ | 66 49 | 66 39 |
| ($\bar{1}$10):($\bar{2}$01) | = — | *58 28 46″ | — |
| (110):(001) | = — | *86 0 19 | 85 50 |
| (110):(100) | = — | *52 53 33 | 52 45 |
| (111):(001) | = 53 59 | 53 33 | 53 8 |
| ($\bar{1}$11):(001) | = 59 34 | 59 37 | — |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$11) | = 62 52 | — | — |
| (010):(111) | = 49 43 | — | — |
| (101):(111) | = 40 17 | — | — |
| ($\bar{2}$01):($\bar{1}$11) | = 47 27½ | 47 30½ | — |
| (111):(011) | = 29 12 | 29 14½ | — |
| ($\bar{1}$11):(011) | = 31 20 | 31 0 | — |
| (110):(111) | = 32 2 | 32 22 | 32 55 |
| ($\bar{1}$10):($\bar{1}$11) | = 34 26 | 34 38 | 35 24½ |
| (111):($\bar{1}$11) | = 60 32 | 60 40 | — |
| (111):(1$\bar{1}$1) | = 80 34 | — | — |

3. Baryum-Kupferformiat. Dies Doppelsalz kann in wasserfreiem Zustande und mit 4 Mol. Krystallwasser erhalten werden; die letztere Verbindung von der Formel $2Ba(CHO_2)_2 + Cu(CHO_2)_2 + 4H_2O$ ist von Friedländer*) gemessen worden. Das wasserfreie Salz, $2Ba(CHO_2)_2 + Cu(CHO_2)_2$, war früher nicht bekannt; der Verf. erhielt dasselbe in messbaren Krystallen durch Verdunsten einer wässerigen Lösung bei 40°—55°. Die krystallographische Untersuchung ergab Folgendes.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,64797 : 1 : 0,41365.$$

*) Diese Zeitschr. 1879, 3, 180.

Beobachtete Formen: {110}, {101} vorherrschend, {011} tritt häufig auf, selten und ganz schmal fanden sich {010}, {211}, {121}, {001}. Habitus prismatisch; auf den Prismenflächen ist stets vicinale Streifung parallel der $c$-Axe vorhanden. Spaltbarkeit ziemlich vollkommen nach (010).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(101) = | 57° 28′ | 57° 27′ |
| (110):(101) = | *63 9 19″ | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *65 53 5 | — |
| (110):(011) = | 78 5 30 | 78 0 |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | — | 44 56½ |
| (101):(011) = | 38 42 | 38 50½ |
| (110):(121) = | 47 20 ca. | 47 2½ |
| (121):(011) = | 30 47 ca. | 30 57½ |
| (121):(1$\bar{2}$1) = | — | 69 46½ |
| (121):($\bar{1}$21) = | — | 110 13½ |
| (101):(211) = | 22 51½—25° 42′ | 23 55½ |
| (211):(2$\bar{1}$1) = | — | 28 37 |

Farbe dunkel kornblumenblau. Die Ebene der optischen Axen ist (010). Die erste Mittellinie tritt durch (100) aus. Winkel der optischen Axen in Cassiaöl ($n_D = 1,5986$):

| | | |
|---|---|---|
| *Na*-Licht | $2H$ = 46° 31′,2—47° 16′,8 | $2E$ = 78° 17′— 79° 44′ |
| Blaues Glas | $2H$ = 51 39,9—51 55,3 | |
| Grünes Glas | $2H$ = 49 10,1—49 54,3 | |

$\varrho < v$. Doppelbrechung positiv.

4. **Baryum-Kobaltformiat**, $2Ba(CHO_2)_2 + Co(CHO_2)_2 + 4H_2O$.

Dies Salz ist, wie zu erwarten, isomorph mit den entsprechend zusammengesetzten Kupfer- und Zinkbaryumdoppelsalzen (Messung derselben von Friedländer a. a. O.).

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,5599 : 1 : 0,4337.$$
$$\alpha = 92° 19' 0'', \quad \beta = 108° 51' 14'', \quad \gamma = 116° 25' 35''.$$

Beobachtete Formen: {001}, {1$\bar{1}$0}, {010} vorherrschend; ausserdem {$\bar{2}$11}, {110}, {100}, {011}, {0$\bar{2}$1}. Spaltbarkeit vollkommen nach (010).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | — | 70° 3½′ |
| (010):(001) = | *82° 59′ 34″ | — |
| (110):(001) = | 72 15 | 72 13 |
| (1$\bar{1}$0):(001) = | *71 57 54 | — |
| (001):(011) = | 56 7 | 56 5 |
| (0$\bar{2}$1):(001) = | 45 35 | 45 41½ |
| (001):($\bar{2}$11) = | — | 70 48½ |
| (100):(110) = | 20 39½ | 20 47½ |
| (100):(1$\bar{1}$0) = | 31 54 | 31 54 |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(010) = | 62 49 4 | — |
| (100):(011) = | 57 28 | 57 29 |
| (100):(211) = | 106° 11′ | 106° 34′ |
| (010):(011) = | — | 26 54½ |
| (010):(̄211) = | — | 52 49½ |
| (010):(1̄10) = | *94 43 16 | — |
| (1̄10):(̄211) = | *132 42 56 | — |
| (1̄10):(110) = | 52 45 | 52 42 |
| (110):(010) = | 41 57 | 42 1½ |

Krystalle des beschriebenen Salzes wachsen weiter in Lösungen des Baryum-Kupfersalzes und umgekehrt; auch wurde nachgewiesen, dass die Krystalle der Baryum-Kobalt- und der Baryum-Zinkverbindung in der Lösung des entsprechenden Nickelsalzes weiter wachsen, wodurch bewiesen ist, dass auch dies letztere in die Reihe gehört.

Baryum-Cadmiumformiat wurde zuerst von Handl*) beschrieben, dann von Brio**) nochmals gemessen. Der Verf. hat das Salz neu dargestellt und analysirt, wobei sich ergab, dass die von den genannten Autoren angegebene, von v. Hauer herrührende Formel falsch ist; statt

$$2Ba(CHO_2)_2 + 2Cd(CHO_2)_2 + 3H_2O \text{ muss es heissen}$$
$$Ba(CHO_2)_2 + Cd(CHO_2)_2 + 2H_2O.$$

Zum Schlusse giebt der Verf. eine Zusammenstellung der als isomorph erkannte Formiate:

1) $Ba(CHO_2)_2$, $Pb(CHO_2)_2$ — rhombisch.

2) $Cu(CHO_2)_2 + 2H_2O$, $Mn(CHO_2)_2 + 2H_2O$, $Zn(CHO_2)_2 + 2H_2O$, $Cd(CHO_2)_2 + 2H_2O$ — monosymmetrisch.

3) $2Ba(CHO_2)_2 + Co(CHO_2)_2 + 4H_2O$, $2Ba(CHO_2)_2 + Ni(CHO_2)_2 + 4H_2O$, $2Ba(CHO_2)_2 + Zn(CHO_2)_2 + 4H_2O$, $2Ba(CHO_2)_2 + Cu(CHO_2)_2 + 4H_2O$ — asymmetrisch.

Ref.: W. Muthmann.

6. **A. Franck** (in Gent): **Krystallographische Untersuchung des Monazits von Nil-Saint-Vincent** (Bull. d. l'Acad. Roy. de Belgique 1891 [3], **21**, 40). — Die vom Verf. untersuchten Krystalle sind früher von Renard***) analysirt und als Monazit erkannt worden; das Vorkommen ist jetzt erschöpft. Sie sind nur klein (bis zu 1 mm gross), lebhaft glänzend, von tief bernsteingelber Farbe mit einem Stich in's Röthliche. Sie bilden Tafeln nach {100}; ausserdem wurden folgende Formen beobachtet: {110}, {012} (neue Form), {011}, {021}, {010}, {̄101}, {̄111}, {̄311}. Die Messung ergab folgende Zahlen, denen zum Vergleich die von früheren Beobachtern an anderen Vorkommnissen gefundenen Werthe beigesetzt sind:

*) Sitzungsber. d. k. Akad. Wien 1859, **37**, 1. Abth. 388.
**) Ebenda 1866, **54**, 2. Abth. 789.
***) Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique 1881 [3], **2**, No. 8. Referirt diese Zeitschr. **6**, 544.

| | | Nil-Saint-Vincent. Gem.: | Ber.: | v. Kokscharow, Fluss Sanarka: | vom Rath, Laacher See: | Des Cloizeaux, Dauphiné: | Scharizer, Schüttenhofen: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $a:m$ | $=(100):(110)=$ | 43° 21′ 30″ | 43° 21′ 30″ | 43° 19′ | 43° 12′ 30″ | 43° 12′ | 43° 25′ 0″ |
| $a:e$ | $=(100):(011)=$ | 79 49 30 | 79 50 | 79 47 | 80 1 | 80 0 | 79 55 10 |
| $m:m$ | $=(110):(1\bar{1}0)=$ | 86 42 30 | 86 43 | 86 37 | 86 25 | 86 24 | — |
| $a:v$ | $=(\bar{1}00):(\bar{1}11)=$ | 61 30 | 61 38 | 61 40 | 61 23 30 | — | 61 37 40 |
| $a:x$ | $=(\bar{1}00):(10\bar{1})=$ | 126 34 30 | 126 7 | 126 15 | 126 34 | 126 31 | 126 21 |
| $a:z$ | $=(\bar{1}00):(\bar{3}11)=$ | 27 2 | 26 52 | 26 50 | — | — | — |
| $b:e$ | $=(010):(011)=$ | 47 47 | 48 6 | 48 9 | 48 7 30 | 48 10 | — |
| $b:m$ | $=(010):(110)=$ | 46 38 30 | 46 38 30 | 46 41 | 46 47 30 | 46 48 | 46 35 |
| $e:e'$ | $=(011):(0\bar{1}1)=$ | 83 47 30 | 83 48 | 83 42 | — | — | — |
| $e:v$ | $=(011):(\bar{1}11)=$ | 38 29 | 38 38 | 38 32 | 38 35 30 | 38 35 | 38 27 10 |
| $e:u$ | $=(011):(021)=$ | 18 55 | 18 8 | 18 59 | — | — | 18 57 40 |
| $u:b$ | $=(021):(010)=$ | 29 22 | 29 8 | 29 10 | — | — | — |
| $e:f$ | $=(011):(012)=$ | 17 34 30 | 17 45 | — | — | — | — |
| $e:z$ | $=(011):(\bar{3}11)=$ | 73 34 | 73 18 | 73 23 | — | — | — |
| $z:v$ | $=(\bar{3}11):(\bar{1}11)=$ | 34 28 | 34 46 | 34 51 | — | — | — |
| $v:x$ | $=(\bar{1}11):(\bar{1}01)=$ | 36 34 | 36 43 | 36 38 | 36 30 30 | 36 30 | 36 42 10 |
| $v:v$ | $=(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})=$ | 73 36 | 73 26 | 73 16 | — | — | — |

Axenverhältnisse:

| | $a$ : $b$ : $c$ | $\beta$ |
|---|---|---|
| Franck | 0,9718 : 1 : 0,9233 ; | 103° 42′ |
| vom Rath | 0,9658 : 1 : 0,9217 ; | 103 28 |
| v. Kokscharow | 0,9705 : 1 : 0,9221 ; | 103 46 |
| Scharizer | 0,9735 : 1 : 0,9254 ; | 103 37 |
| Des Cloizeaux | | 103 6 |

Optisch konnten die Krystalle nicht untersucht werden. Im durchfallenden Lichte erscheinen sie citrongelb, ohne wahrnehmbaren Pleochroismus.

Ref.: W. Muthmann.

**7. Derselbe: Krystallographische Untersuchung des Albits von Revin** (Ebenda 605). — Dies Vorkommen ist schon kurz von Forir*) beschrieben worden; der Verf. hat die Krystalle eingehender untersucht. Sie sind 2—3 mm gross, farblos, durchsichtig oder milchweiss, tafelförmig nach $\{010\}$, und zeigen die Formen $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{1\bar{1}0\}$, $\{10\bar{1}\}$, ausserdem klein und nicht immer auftretend $\{0\bar{2}1\}$, $\{403\}$, $\{1\bar{1}2\}$. Die Flächen der Prismenzone sind meist gestreift; häufig Karlsbader Zwillinge oder solche nach (010).

Die Messung lieferte folgende Werthe, denen zum Vergleiche die von anderen Beobachtern gefundenen beigefügt sind:

| | | Gem.: | Ber.: | Des Cloizeaux: | vom Rath: | Klockmann: | Bauer: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $m:z$ | $=(0\bar{1}0):(1\bar{3}0)=$ | 29° 14′ | 30° 17′ | 30° 22′ | 30° 27′ | 30° 29′ | — |
| $y:T$ | $=(1\bar{3}0):(1\bar{1}0)=$ | 30 17 | 29 47 | 29 58<br>30 9 | — | — | — |
| $M:T$ | $=(0\bar{1}0):(1\bar{1}0)=$ | 59 31 | 60 4 | 60 20<br>59 44 | 60 31 | 60 23 | — |
| $T:e$ | $=(1\bar{1}0):(110)=$ | 60 5 | 60 5 | 59 13 | 59 21 | 59 15 | 59° 13′ |
| $P:\mu$ | $=(001):(\bar{1}\bar{1}2)=$ | 30 29 | 30 59 | 30 11 | — | — | — |
| $P:s$ | $=(001):(40\bar{3})=$ | 114 18 | 114 15 | 114 32 | — | — | — |
| $P:x$ | $=(001):(101)=$ | 127 15 | 127 29 | 127 43<br>127 23 | 127 49 | 127 25 | 127 43 |

*) Ann. d. l. Soc. géol. d. Belgique 1888, 15, Bull. 167.

| | Gem.: | Ber.: | Des Cloizeaux: | vom Rath: | Klockmann: | Bauer: |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $x : \varepsilon$ = (101):(103) = | 18° 25′ | 18° 14′ | 18° 11′ | — | — | — |
| $P : T$ = (001):(1$\bar{1}$0) = | 69 2 | 68 51 | 69 10 | 68° 58′ | 69° 9′ | 69° 10′ |
| $P : z$ = (001):(130) = | 80 8 | 79 51 | 80 9 | 80 9 | 80 10 | — |
| $P : \underline{P}$ = (001):($\underline{001}$) = | 7 3 | 6 52 | 7 12 | 7 23 | 7 15 | — |
| $P : M'$ = (001):(010) = | 93 25 | 93 26 | 93 36 | — | 93 34 | 93 36 |
| $M' : \varepsilon$ = (010):(103) = | 93 19 | 93 19 | 93 11 | — | — | — |
| $P : n$ = (001):(0$\bar{2}$1) = | 46 58 | 46 58 | 46 22 | — | 46 44 | 46 46 |
| $M : n$ = (0$\bar{1}$0):(021) = | 46 15 | 46 14 | 46 50 | 46 57 | — | — |

Axenverhältnisse:

| | $a : b : c$ | $\alpha$ | $\beta$ | $\gamma$ |
|---|---|---|---|---|
| Franck | 0,6388 : 1 : 0,5651; | 93° 33′ | 116° 31′ | 88° 50′ |
| Klockmann | 0,6330 : 1 : 0,5558; | 94 4 | 116 30 | 86 6 |
| Bauer | 0,6333 : 1 : 0,5575; | 94 4 | 116 28 | 88 8 |
| Schuster | | 93 41 | 116 48 | 89 57 |

Die Auslöschungsrichtungen wurden bestimmt

auf (001) + 4° 24′; Schuster fand am Albit von Kasbek 4° 12′
- (010) + 18 30; - - - - - - - 18 44

Ref.: W. Muthmann.

8. **G. Cesàro** (in Lüttich): **Krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen.** Dieselben sind sämmtlich dargestellt von M. Delacre. (Bull. de l'Acad. Roy. de Belgique 1891 [3], **22**, 470—502.)

1. Dypnopinakon, $C_{32}H_{28}O_2$.

Krystalle aus heissem Alkohol. Schmelzpunkt 160°,5—161°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1{,}08895 : 1 : 1{,}17618; \quad \beta = 91° 56'$.

Beobachtete Formen: {010}, {100}, {001}, {111}, {$\bar{1}$31}. Vorherrschend die Symmetrieebene; langgestreckt nach der $c$-Axe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | *88° 4′ | — |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *76 18 | — |
| (001):(111) = | *57 0 | — |
| (001):($\bar{1}$31) = | 76 3 | 75° 21½′ |
| ($\bar{1}$31):($\bar{1}\bar{3}$1) = | 135 58 | 135 23 |
| (111):($\bar{1}$31) = | 57 0 | 56 44 |

Die Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit der $c$-Axe einen Winkel von ca. 17°. Durch (100) sieht man beide Axen austreten, $2E = 26°$ ca.

2. $\beta$-Dipnopinakolin, $C_{32}H_{26}O$.

Krystalle aus Eisessig. Schmelzpunkt 140°,5—141°.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$a : b : c = ? : 1 : 1{,}05864;$

$\alpha = 85° 54', \quad \beta = 94° 30', \quad \gamma = 88° 43'$.

Beobachtete Formen: {100}, {101}, {001}, {010}. Tafeln nach {001}.

$$(100):(001) = 85^\circ 24'$$
$$(001):(101) = 41\ \ 8$$
$$(100):(010) = 88\ \ 23$$
$$(010):(001) = 85\ \ 47$$

Stark pleochroitisch, gelblichgrün und hellgrau.

3. Dypnopinakolen, $C_{32}H_{24}$.

Krystalle aus Essigsäure. Schmelzpunkt 200°—200°,5.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,85761 : 1 : ?.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {110}. Tafeln nach der Basis.

$$(110):(010) = 49^\circ 23'.$$

Durch (001) tritt eine Bisectrix senkrecht aus, doch sieht man die Axen, selbst in Oel, nicht.

Ref.: W. Muthmann.

**9. H. Becquerel** und **H. Moissan** (in Paris): **Studie über den Fluorit von Quincié** (Bull. Soc. chim. d. Paris 1891 [3], **5**, 154). — Zweck der Untersuchung war, die Ursache des intensiven Geruches aufzufinden, den manche Flussspathvorkommnisse beim Zerbrechen zeigen. Es stellte sich heraus, dass der Fluorit von Quincié, der die erwähnte Eigenschaft in hohem Grade besitzt, Gaseinschlüsse enthält, deren Entweichen man beobachten kann, wenn man Fragmente unter dem Mikroskope zerdrückt; dies Gas giebt alle Reactionen des freien Fluors. Es zersetzt sich mit Wasser zu Flusssäure und Sauerstoff, macht aus Chlorkalium Chlor frei, und bildet mit feuchter Luft Flusssäure und Ozon. Die alte Vermuthung, dass jener Geruch durch freies Fluor hervorgebracht wird, ist also durch die Versuche der Verf. bewiesen.

Eine Analyse des untersuchten Vorkommens von Quincié ergab:

| | |
|---|---|
| Glühverlust | 2,10 |
| $Ca$ | 36,14 |
| $Fe_2O_3 + Al_2O_3$ | 3,95 |
| $SiO_2$ | 25,00 |

Das Product enthielt also 70,47 % $CaF_2$; sein spec. Gew. betrug 3,117. Beim Erhitzen auf 250° verlor das Mineral die Gaseinschlüsse nicht, wohl aber beim Glühen.

Ref.: W. Muthmann.

**10. E. Péchard** (in ?): **Krystallform der Phosphortrimetawolframsäure**, $P_2O_5.12WO_3 + 42H_2O$ (Ann. d. chim. et de phys. 1891 [6], **22**, 242).

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,99160 : 1 : 1,59307;$$
$$\alpha = 89^\circ 19' 50'', \quad \beta = 97^\circ 55' 25'', \quad \gamma = 81^\circ 23' 5''.$$

Beobachtete Formen: {110}, {1$\bar{1}$0}, {001}, {10$\bar{1}$}, letztere sehr klein. Undeutliche Spaltbarkeit nach den drei erstgenannten Formen.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *89° 58′ | — |
| $(001):(1\bar{1}0)$ = | *84 10 | — |
| $(001):(110)$ = | *84 33 | — |
| $(00\bar{1}):(10\bar{1})$ = | *64 4 | — |
| $(1\bar{1}0):(10\bar{1})$ = | *51 39 | — |
| $(110):(10\bar{1})$ = | 55 43 | 55° 44′ |

Die Auslöschungsrichtungen sind folgende:

auf $(1\bar{1}0)$ 18° mit der $c$-Axe
- $(110)$ $3\frac{1}{2}$ - - -
- $(001)$ 5 - - Kante $(001):(110)$.

Das phosphortrimetawolframsaure Natrium, $2Na_2OP_2O_5\,12WO_3 + 18H_2O$, bildet farblose Krystalle, die mit den eben beschriebenen der freien Säure in Habitus und Winkeln merkwürdigerweise fast völlig übereinstimmen. Der Verf. fand:

| | |
|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | 89° 44′ |
| $(001):(1\bar{1}0)$ = | 84 0 |
| $(001):(110)$ = | 85 23 |
| $(00\bar{1}):(10\bar{1})$ = | 64 58 |
| $(1\bar{1}0):(10\bar{1})$ = | 51 30 } approx. |
| $(110):(10\bar{1})$ = | 55 20 } approx. |

Auslöschungsrichtungen:

auf $(1\bar{1}0)$ 19° mit der $c$-Axe
- $(110)$ 12 - - -
- $(001)$ fast parallel den Kanten.

Ref.: W. Muthmann.

**11. C. Friedel** (in Paris): **Ueber die Hexachlorüre des Benzols** (Bull. Soc. chim. de Paris 1891 [3], 5, 130). — Nach Meunier existirt ausser dem längst bekannten, in monosymmetrischen Prismen krystallisirenden, bei 157° schmelzenden Benzolhexachlorür $C_6H_6Cl_6$ noch ein Isomeres, das bei 310° schmilzt und in regulären Oktaëdern krystallisirt. Bei genauerer Untersuchung fand der Verf., dass diese Oktaëder aus acht Pyramiden bestehen, deren Basen die Flächen des Oktaëders bilden, während ihre Spitzen im Mittelpunkte des Krystalles vereinigt sind. Diese Pyramiden sind einaxig-doppeltbrechend; schleift man von einem Krystalle eine Oktaëderfläche bis über die Mitte hinaus fort, und betrachtet die so erhaltene Platte im polarisirten Lichte, so sieht man eine centrale sechseckige Partie, die in allen Stellungen dunkel bleibt, während die sie umgebenden sechs Sectoren beim Drehen deutlich hell und dunkel werden. Es folgt daraus, dass die einzelnen Pyramiden hexagonale Symmetrie besitzen, und zwar sind sie hemimorph; die Hauptaxen verlaufen von den Mittelpunkten der Oktaëderflächen nach dem Centrum des Ganzen. Die Doppelbrechung ist sehr schwach, Interferenzfiguren im convergenten Lichte konnte der Verf. nicht constatiren.

Aus theoretischen Betrachtungen geht nun hervor, dass bei der Addition von Chlor zu Benzol zwei geometrisch-isomere Producte entstehen können; beim einen befinden sich zwei Chlor- resp. Wasserstoffatome auf der einen, die übrigen auf der entgegengesetzten Seite des Ringes, während beim anderen die sämmtlichen Chloratome auf derselben, die sämmtlichen Wasserstoffatome auf der an-

deren Seite liegen. Ein Molekül der ersteren Art besitzt nun eine Symmetrie, die der des monosymmetrischen Systems entspricht, weshalb der Verf. glaubt, dass dem früher bekannten Benzolhexachlorür jene Constitution zukomme; ein Molekül der zweiten Art hat, wie aus den Zeichnungen des Verfs. leicht ersichtlich, eine hexagonal-hemimorphe Symmetrie, woraus geschlossen wird, dass das von Meunier entdeckte, vom Verf. untersuchte Product diese Constitution besitzt.

Ref.: W. Muthmann.

**12. M. Lachaud** und **C. Lepierre** (in Paris): **Künstliche Darstellung des Melanochroit** (Bull. soc. chim. de Paris 1891 [3], 6, 233). — Wenn man 200 g Kochsalz im Perrot'schen Ofen zum Schmelzen bringt, 20 g neutrales amorphes Bleichromat einträgt und zwei Stunden lang weiter erhitzt, so erhält man zwei leicht von einander zu trennende Producte; ein orangegelbes, dessen Analyse auf die empirische Formel $Pb_4Cr_5O_{16}$ (?) führte und ein tief roth gefärbtes, dessen dem rhombischen Systeme angehörende Krystalle den Boden des Tiegels bedecken und dessen Analyse Zahlen ergab, die auf die Formel des Melanochroits $2PbCrO_4$, $PbO$ stimmten. Das specifische Gewicht des künstlichen Productes wurde zu 5,81 bestimmt, während für den natürlichen Melanochroit 5,75 angegeben wird.

Ref.: W. Muthmann.

**13. L. Lévy** (in Paris): **Ueber die Krystallform des Titans** (Ann. d. chim. et d. phys. 1892 [6], 25, 442). — Der Verf. erhielt das Titan in schönen Krystallen, indem er Titanchlorid durch ein im Windofen zur Weissgluth erhitztes Porzellanrohr leitete, in dem sich ein anderes Element mit grosser Affinität zum Chlor, wie Bor, Silicium, Zinn, Aluminium, Magnesium, Kupfer oder Blei befand; Silicium gab die beste Ausbeute.

Die Krystalle sind stahlweiss (blanc d'acier), stark glänzend, sehr hart und von chemischen Reagentien wenig angreifbar. Krystallsystem: regulär; Formen: Hexaëder vorherrschend, meist in Combination mit dem Oktaëder und Rhombendodekaëder. Die mittelst Zinn oder Kupfer erhaltenen Krystalle waren häufig Zwillinge nach dem Oktaëder.

Ref.: W. Muthmann.

**14. J. Morel** (in Lyon): **Ueber ein neues Hydrat des Kaliumcarbonats,** $K_2CO_3 + 3H_2O$ (Bull. soc. franç. d. Minéral. 1892, 15, 7). — Durch Abkühlen einer heissgesättigten Kaliumcarbonatlösung unter 10° erhielt der Verf. eine aus verfilzten Nädelchen und dünnen Prismen bestehende Krystallisation, deren Analyse auf obige Formel führte. Die Krystalle sind ziemlich luftbeständig, und lösen sich langsam in kaltem, schnell in 50°—60° warmem Wasser; die goniometrische Untersuchung ergab Folgendes.

**Krystallsystem:** Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}744 : 1 : 0{,}384.$$

Beobachtete Formen: {110} und {011} nach der Verticalaxe gestreckt.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *74° 20′ | — |
| $(011):(0\bar{1}1)$ = | *42 0 | — |
| $(110):(011)$ = | 77 25 | 77° 30′ |

Ref.: W. Muthmann.

**15. J. Morel** (in Lyon): **Ueber die Krystallform des Zinkhydroxydes, $Zn(OH)_2$** (Bull. soc. franç. d. Minéral. 1892, **15**, 9). — Erhalten durch Elektrolyse einer ammoniakalischen Zinklösung.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,6048 : 1 : 0,5763.$$

Beobachtete Formen: {110}, {011} vorherrschend, {100}, {010}, {101} nicht immmer auftretend, {111} selten. {110} ist oft gestreift.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *62° 20′ | — |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | *60 10 | — |
| (110):(011) = | 75 4 | 74° 58′ |
| (011):(111) = | 39 26 | 39 39 |
| (110):(011) = | 41 30 | 41 46 |
| (101):($\bar{1}$01) = | 87 44 | 87 32 |
| (110):(101) = | 53 55 | 53 43 |

Die Substanz ist früher schon zweimal gemessen worden, nämlich von Nicklès (Ann. d. chim. et de phys. 1848 [3], **22**, 31) und von Cornu (Bull. d. l. soc. chim. d. Paris 1863 [1], **5**, 64). Der Letztere erhielt ähnliche Resultate wie der Verf., während sich aus Nicklès' Winkelangaben das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,6045 : 1 : 0,3445$$

berechnen würde. Eine Dimorphie der Substanz hält der Verf. indessen für unwahrscheinlich, um so mehr als der von Nicklès angegebene Winkel (101):($\bar{1}$01) = 59° 19′ ziemlich übereinstimmt mit dem vom Verf. für (011):(0$\bar{1}$1) = 60° 10′ bestimmten Werthe.

Ref.: W. Muthmann.

**16. E. Mallard** (in Paris): **Ueber einige krystallisirte Borate** (Bull. d. l. soc. franç. d. Minéral. 1892, **15**, 15).

Calciumborat, $CaB_2O_4$.

Durch Zusammenschmelzen von Borsäure und Calciumoxyd in molekularen Mengen erhielt Le Châtelier eine aus dünnen, langgestreckten Lamellen bestehende Krystallisation, deren Analyse zu obiger Formel führte. Die krystallographische, vom Verf. ausgeführte Untersuchung ergab Folgendes.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,539 : 1 : 0,372.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {210}, {405}, {031}. Vorherrschend (100); nach der $c$-Axe langgestreckte Täfelchen. Vollkommen spaltbar nach {100}; die Spaltflächen zeigen Perlmutterglanz; undeutliche Spaltbarkeit nach (010); ausserdem ist eine Spaltbarkeit nach der an den Krystallen nicht beobachteten Fläche (101) vorhanden.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *56° 38′ | — |
| (100):(210) = | 14 44 | 15° 5′ |
| (101):($\bar{1}$01) = | *69 14 | — |
| (101):(405) = | 61 4 | 61 5 |
| (010):(031) = | 42 31 | 41 52 |

Die Ebene der optischen Axen ist (001); die erste Bisectrix, negativ, ist senkrecht zu (100); Axenwinkel 2E für Na-Licht 90° 24'. Brechungscoëfficienten für Na-Licht:

$$\alpha = 1,540$$
$$\beta = 1,656$$
$$\gamma = 1,682$$

Specifisches Gewicht 2,65, Aequivalentvolum 47,4.

Strontiumborat, $SrB_2O_4$.

Dieses Salz ist mit dem eben beschriebenen isomorph; die Krystalle wurden auf dieselbe Weise erhalten. Die vorherrschende Fläche ist hier {010}, nicht wie beim Ca-Salz (100). In ihrem Aussehen gleichen sich die beiden Producte vollkommen. Genaue Messungen konnten nicht ausgeführt werden; approximativ wurde gefunden (101):(10$\bar{1}$) = 113°,6 (beim Ca-Salz 110° 46').

Durch die vorherrschende Fläche (010) tritt die positive, stumpfe Bisectrix aus.

Spaltbarkeit wie beim Ca-Salz nach (100), (010) und (101). Specifisches Gewicht = 3,34; Aequivalentvolum = 51,9.

Ref.: W. Muthmann.

**17. Derselbe: Die Krystallform des Lithiumcarbonats,** $Li_2CO_3$ (Ebenda 21). — Durch Verdampfen einer wässerigen Lösung des Salzes erhält man kleine prismatische Kryställchen vom spec. Gew. 2,094, Aequiv.-Vol. 35,44, deren Messung Folgendes ergab.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,672 : 1 : 1,244; \quad \beta = 65^\circ 35'.$$

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {100}, {001}, {111}, {$\bar{1}$01}. Zwillinge nach dem Orthopinakoid, spaltbar nach der Basis.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(010) = | *33° 18' | — |
| (110):(001) = | 76 53 | 77° 8' |
| (110):(111) = | 31 37 | 31 20 |
| (001):(111) = | *45 16 | — |
| ($\bar{1}$10):(111) = | 80 21 | 80 19 |
| (001):($\bar{1}$01) = | *44 22 | — |
| (100):(001) = | *65 35 | — |
| (001):($\underline{001}$) = | — | 48 50 |
| (111):($\underline{111}$) = | 77 4 | 77 13 |

Nimmt man die (nicht beobachtete Form) (201) als Basis, so erhält man ein pseudorhombisches Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1,524 : 1 : 1,244; \quad \beta = 87^\circ 24'.$$

Die Ebene der optischen Axen, senkrecht zur Symmetrieebene, fällt fast zusammen mit (100); die Substanz ist also auch optisch pseudorhombisch. Durch Spaltblättchen nach (001) sieht man die spitze Bisectrix austreten, 2E = 24° ca. Starke Doppelbrechung. Brechungsexponenten für Na-Licht:

$$\alpha = 1,428; \quad \beta = 1,567; \quad \gamma = 1,572.$$

Beim Erhitzen bis zum Schmelzpunkte wurde keinerlei Veränderung der Krystalle beobachtet.

Ref.: W. Muthmann.

18. **G. Wyrouboff** (in Paris): **Ueber die Krystallform der metawolframsauren Salze** (Bull. d. l. soc. franç. de Minéral. 1892, **15**, 63). — Zweck der Arbeit des Verfs. war, die Metawolframate des Cers, Lanthans und Didyms mit denjenigen anderer Metalle zu vergleichen, um aus eventuell sich ergebenden Isomorphieverhältnissen Schlüsse zu ziehen auf die Werthigkeit jener Körper. d. h. festzustellen, ob dieselben in ihren Salzen als zweiwerthig zu betrachten sind, wie dies früher allgemein geschah*), oder ob sie, wie Mendelejeff auf Grund ihrer Stellung im periodischen Systeme der Elemente dies annimmt, dreiwerthig sind. Leider blieben die Bemühungen des Verfs. in dieser Richtung erfolglos.

Fast sämmtliche metawolframsaure Salze von Metallen, deren Atomgewicht niedriger als das des Cadmiums (112) ist, sind in Wasser ausserordentlich leicht löslich; bei gewöhnlicher Temperatur lösen sie sich in $\frac{1}{10}$—$\frac{3}{10}$ ihres Gewichtes Wasser, bei 30—35° liefern sie nur unkrystallisirbare, gummiartige Massen. Man muss, um messbare Krystalle zu erzielen, bei möglichst niedriger Temperatur über Schwefelsäure verdunsten lassen. Bedeutend schwieriger löslich sind das Baryum- und Rubidiumsalz, sie lassen sich in messbaren Krystallen leicht durch Abkühlen heissgesättigter Lösungen erhalten; fast unlöslich ist das Silber- und Bleisalz, ganz unlöslich die Quecksilber- und Thalliumverbindung.

### a) Salze mit 8 Mol. Krystallwasser.

1. Ammoniummetawolframat, $4WO_3.(NH_4)_2O.8H_2O$.

Dargestellt durch Einwirkung von Ammoniak auf überschüssiges Wolframsäurehydrat. Die Krystalle verwittern sehr leicht an der Luft; bei 105° verlieren sie 7 Moleküle Wasser. Die Messungen sind nur approximativ.

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a : b = 1 : 0,9747.$$

Form: $\{111\}$. Habitus oktaëdrisch.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}\bar{1})$ = | *69° 50′ | — |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | 71 40 | 71° 54′ |

Einaxig positiv. Sehr starke Doppelbrechung.

2. Das analog zusammengesetzte Kaliumsalz ist mit dem Ammoniumsalz isomorph, konnte aber, da es zu leicht verwittert, nicht gemessen werden. Im Habitus und den optischen Eigenschaften stimmt es mit diesem völlig überein.

3. Rubidiummetawolframat, $4WO_3.Rb_2O.8H_2O$.

Dargestellt durch Doppelzersetzung von Rubidiumsulfat und Baryummetawolframat. Das Salz ähnelt in jeder Beziehung dem Ammoniumsalz, verwittert,

*) Auch der Verf. hält den Beweis für die Dreiwerthigkeit der in Frage stehenden Elemente nicht gegeben; da seine Versuche zur Entscheidung der Frage nichts beigetragen haben, so habe ich mich im Referat der jetzt allgemein üblichen Formulirung angeschlossen und die vom Verf. angegebenen Formeln entsprechend umgerechnet.

wie dieses, an der Luft und verliert bei 105° 7 Mol. Wasser. Ein Theil löst sich in etwa 10 Theilen kaltem Wasser. Die Krystalle wurden erhalten durch Abkühlen einer heissgesättigten Lösung.

Krystallsystem: Tetragonal. Habitus und optische Eigenschaften wie beim Ammoniumsalz.

$$a : c = 1 : 0,9702.$$

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}\bar{1})$ = | *69° 42′ | — |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | 71 50 | 72° 10′ |

4. Strontiummetawolframat, $4WO_3, SrO, 8H_2O$.

Dargestellt aus Metawolframsäure und Strontiumcarbonat. Das Salz ist äusserst löslich in Wasser; die Krystalle verlieren leicht etwas Krystallwasser an der Luft, bleiben indessen glänzend und selbst etwas durchsichtig. Rammelsberg (Handbuch d. krystallogr. Chem. 1, 580) hielt die Substanz irrthümlicherweise für tetragonal.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,0556 : 1 : 0,7999; \quad \beta = 89° 39'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {111}, {$\bar{1}$11}. Anscheinend tetragonale, dicke Tafeln nach der Basis.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1)$ = | *65° 15′ | — |
| $(001):(111)$ = | *47 40 | — |
| $(001):(\bar{1}11)$ = | *47 56 | — |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | 64 45 | 64° 56′ |
| $(111):(\bar{1}11)$ = | 71 20 | 71 16 |

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene. Die spitze Bisectrix (negativ) bildet mit der $c$-Axe im stumpfen Winkel $\beta$ einen Winkel von etwa 10°. $2E = 93° 40'$.

Sehr starke Dispersion, $\varrho < v$. Schwache Doppelbrechung.

5. Magnesiummetawolframat, $4WO_3, MgO, 8H_2O$.

Dargestellt durch Doppelzersetzung von Baryummetawolframat und Magnesiumsulfat. Das Salz löst sich in etwa 0,3 Theilen Wasser und bildet grosse, durchsichtige, glänzende Krystalle, die sich an der Luft nicht verändern. Bei 105° gehen 2 Mol. $H_2O$ fort.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0,6763 : 1 : 0,7792; \quad \beta = 106° 43'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {010}, {100}, {110}, {011}. Tafeln nach der Basis, meist nach der $a$-Axe gestreckt. (100) ist immer gekrümmt und uneben.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(010)$ = | *57° 4′ | — |
| $(110):(001)$ = | 75 55 | 76° 2′ |
| $(011):(010)$ = | *53 16 | — |
| $(110):(011)$ = | 58 40 | 58 45 |
| $(\bar{1}10):(011)$ = | *82 26 | — |

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu (010), und bildet mit der $c$-Axe einen Winkel von etwa 66° im spitzen Winkel $\beta$. Die erste Bisectrix, positiv, ist senkrecht zur Symmetrieebene.

$$2H_a = 96^0;\ 2H_o = 134^0,\ \text{daraus}\ 2V = 77^0 50',\ \beta = 1{,}74.$$

Dispersion schwach, $\varrho < v$.

6. Zinkmetawolframat, $4WO_3, ZnO, 8H_2O$.

Scheibler giebt an, dass das Salz mit 10 $H_2O$ krystallisirt; der Verf. glaubt, dass derselbe in Folge von Mutterlaugeneinschlüssen, die die Krystalle fast immer enthalten und die sich sehr schwer entfernen lassen, zu viel Wasser gefunden hat. Der Körper ist isomorph mit dem eben beschriebenen Magnesiumsalz.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}6626 : 1 : 0{,}7557;\quad \beta = 105^0 57'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {010}, {110}, {011}. Rectanguläre Tafeln nach der Basis; die prismatischen Formen wurden nicht immer beobachtet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | *74° 3' | — |
| (110):(010) = | *57 30 | — |
| (011):(010) = | *54 0 | — |
| (110):(001) = | 76 40 | 76° 38' |
| (110):(011) = | — | 59 48 |
| ($\bar{1}$10):(011) = | 82 40 | 82 44 |

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu (010) und bildet mit der $c$-Axe einen Winkel von 61° im spitzen Winkel $\beta$. Die spitze Bisectrix ist senkrecht zur Symmetrieebene, $2H_o = 123^0$ ca. Ziemlich schwache Dispersion, $\varrho > v$.

7. Nickelmetawolframat, $4WO_3, NiO, 8H_2O$.

Das Salz ist äusserst leicht löslich und krystallisirt nur bei Temperaturen unterhalb 16°. Die Krystalle verlieren bei 105° 3 Mol. $H_2O$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 0{,}6555 : 1 : 0{,}7464;\quad \beta = 106^0 22'.$$

Formen und Habitus wie beim Zinksalz, mit dem die Substanz isomorph ist.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | 73° 52' | 73° 38' |
| (010):(110) = | *57 50 | — |
| (010):(011) = | *54 24 | — |
| (110):(001) = | 76 5 | 76 12 |

Die Ebene der optischen Axen, senkrecht zu (010), bildet mit der $c$-Axe einen Winkel von $63\frac{1}{2}^0$ im spitzen Winkel $\beta$. Die spitze Bisectrix, positiv, ist senkrecht zur Symmetrieebene, $2H_a = 132^0$ ca. Sehr deutliche gekreuzte Dispersion. Die Dispersion der Axen ist stark mit $\varrho > v$.

### b) Salze mit 9½ Mol. Krystallwasser.

8. Baryummetawolframat, $4WO_3, BaO, 9\frac{1}{2}H_2O$.

Der Wassergehalt dieser Verbindung wurde von Scheibler und von Zettnow zu 9 Mol. angegeben, der Verf. fand, dass das Salz 9½ Mol. Krystallwasser enthält, von denen ½ Mol. äusserst leicht nach dem Herausnehmen aus der Mutterlauge, weitere 2 Mol. nach mehrtägigem Liegen an trockener Luft fortgehen. Das Salz ist bei gewöhnlicher Temperatur viel weniger leicht löslich als die oben beschriebenen.

Rammelsberg und Scheibler hielten die Verbindung für tetragonal; die optische Untersuchung des Verfs. ergab indessen, dass die Krystalle zweiaxig sind.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9962 : 1 : 1,507.$$

Beobachtete Formen: {101}, {011}, {001}, {110}. Die beiden ersteren Formen herrschen vor; (110) tritt nur ganz klein auf. Häufig Zwillinge, oft auch Drillinge nach dem Prisma (110).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (101):(001) = | *56° 32′ | — |
| (101):(011) = | *72 15 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | — | 89° 46′ |
| (110):(101) = | 53 55 | 53 46 |
| (110):(011) = | 53 55 | 53 59 |
| (101):($\underline{101}$) = | 72 8 | 72 8 |
| (101):($\underline{011}$) = | 0 14 | 0 13 |

Die Ebene der optischen Axen ist das Makropinakoid; die erste Mittellinie ist senkrecht zu (001). Doppelbrechung sehr schwach, $2E = 27^0$ ca.

9. Kobaltmetawolframat, $4WO_3, CoO, 9\frac{1}{2}H_2O$.

Auch für dieses Salz giebt Scheibler 9 Mol. Krystallwasser an, während die Analysen des Verfs. zu obiger Formel führten. Die Krystalle sind äusserst leicht löslich, und verlieren bei 105° 5½ Mol. Krystallwasser.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,9878 : 1 : 1,3764.$$

Formen, Habitus und Zwillingsbildung genau wie bei dem soeben beschriebenen Baryumsalz, mit welchem die Verbindung merkwürdigerweise isomorph ist.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(101) = | *54° 20′ | — |
| (001):(011) = | *54 0 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | — | 89° 18′ |
| (110):(101) = | — | 54 42 |
| (101):(011) = | 69 50 | 69 57 |
| (011):(110) = | 55 30 | 55 21 |

Die Ebene der optischen Axen ist wie beim Baryumsalz parallel (100), die erste Mittellinie senkrecht zu (001). Die Doppelbrechung ist beim *Co*-Salz bedeutend grösser als beim *Ba*-Salz. $2E = 47^0$. Farbe dunkelgranatroth.

Die beiden zuletzt beschriebenen Salze vermögen Mischkrystalle zu bilden; der Verf. untersuchte ein Product mit 93 % Baryumsalz und 7 % Kobaltsalz. Die goniometrischen Eigenschaften waren fast identisch mit denen des reinen Baryumsalzes.

| | Mischkrystalle: | Baryumsalz: |
|---|---|---|
| $(001):(101) =$ | $56^\circ 30'$ | $56^\circ 32'$ |
| $(101):(011) =$ | $72\ 15$ | $72\ 15$ |

Die Doppelbrechung war, wie beim *Ba*-Salz, sehr schwach, der Axenwinkel jedoch näherte sich dem des *Co*-Salzes; es wurde gefunden $2E = 43^\circ$.

### c) Salze mit 10 Mol. Krystallwasser.

10. Natriummetawolframat, $4WO_3, Na_2O, 10H_2O$.

Dies Salz ist sehr leicht löslich, die Krystallisationsfähigkeit ist sehr gross, man erhält oft Krystalle von einem Durchmesser bis zu 3 cm.

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a : c = 1 : 0,9930.$$

Formen nur $\{111\}$; Habitus oktaëdrisch.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}1) =$ | $*70^\circ 20'$ | — |
| $(111):(11\bar{1}) =$ | $71\ 2$ | $70^\circ 56'$ |

Einaxig positiv, ziemlich starke Doppelbrechung.

11. Manganmetawolframat, $4WO_3, MnO, 10H_2O$.

Dargestellt durch Doppelzersetzung von Mangansulfat und Baryummetawolframat. Sehr leicht löslich; die Krystalle verlieren bei $105^\circ$ 7 Mol. $H_2O$.

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a : c = 1 : 0,9919.$$

Formen und Habitus wie beim vorigen, mit dem das Salz merkwürdigerweise isomorph ist.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(11\bar{1}) =$ | $*70^\circ 57'$ | — |
| $(111):(\bar{1}11) =$ | $70\ 8$ | $70^\circ 16'$ |

Farbe im auffallenden Lichte schmutzig rosa, im durchfallenden bernsteingelb. Einaxig positiv, ziemlich starke Doppelbrechung.

12. Cadmiummetawolframat, $4WO_3, CdO, 10H_2O$.

Dargestellt aus der freien Säure und Cadmiumcarbonat. Sehr leicht löslich. Verliert bei $105^\circ$ 7 Mol. $H_2O$.

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a : c = 1 : 0,9936.$$

Beobachtete Formen: Die Pyramide $\{111\}$ und, untergeordnet, $\{100\}$, $\{001\}$. Isomorph mit den beiden vorigen.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(11\bar{1})$ = | $^*70^0 48'$ | — |
| $(111):(001)$ = | 54 50 | $54^0 36'$ |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | 70 10 | 70 30 |

Farbe hellgelb. Einaxig positiv, ziemlich stark doppeltbrechend.

Wie aus den drei letzten Messungen ersichtlich, haben wir hier den bis jetzt (ausser in Silicaten) noch nicht beobachteten Fall der Isomorphie eines Natriumsalzes mit den entsprechenden Verbindungen zweiwerthiger Metalle. Um diese merkwürdige Thatsache näher zu studiren, hat der Verf. Mischkrystalle des Natriummetawolframates mit dem Manganmetawolframat dargestellt. Es wurden mehrere homogene Producte erhalten, deren Farbe um so weniger intensiv war, je mehr Natriumsalz sie enthielten; die Analyse eines schön durchsichtigen Productes ergab:

$$62{,}7\,\%\ \ 4WO_3,\ Na_2O,\ 10H_2O$$
$$37{,}3\,\%\ \ 4WO_3,\ MnO,\ 10H_2O.$$

Die beiden Salze sind demnach zweifellos isomorph und, wie es scheint, in allen Verhältnissen mischbar. Vermuthlich erklärt sich diese wichtige Thatsache durch die Grösse der Moleküle.

Noch merkwürdiger ist die grosse Formähnlichkeit dieser drei mit $10H_2O$ krystallisirenden Salze mit den unter Nr. 1, 2 und 3 beschriebenen Verbindungen des Kaliums, Rubidiums und Ammoniums, die 8 Mol. $H_2O$ enthalten. Der Verf. nimmt auch hier Isomorphie an und zwar auf Grund des folgenden Versuches: Aus einer Mischlösung des Natrium- und Ammoniumsalzes, die vom ersteren einen Ueberschuss enthielt, wurden farblose und vollkommen durchsichtige Mischkrystalle von oktaëdrischem Habitus erhalten, die, wie die reinen Salze, einaxig positiv und ziemlich stark doppeltbrechend waren. Die Analyse derselben ergab 16,26 % Glühverlust ($(NH_4)_2O + H_2O$) und 79,9 % $WO_3$, woraus sich berechnet:

| | |
|---|---|
| $4WO_3Na_2O$ | 61,15 % |
| $4WO_3(NH_4)_2O$ | 23,85 % |
| $H_2O$ | 15,00 %. |

Dies Resultat schliesst die Annahme, dass beide Salze in den Mischkrystallen $8H_2O$ enthalten, von vornherein aus; enthielten beide $10H_2O$, so berechneten sich 15,49 % $H_2O$ und 16,75 % Glühverlust; enthielte dagegen das $Na$-Salz 10, das $NH_4$-Salz $8H_2O$, so müsste der Wassergehalt 14,61, der Glühverlust 15,87 % betragen. Wie man sieht, lässt sich aus dem Resultate der Analyse ein sicherer Schluss, welche von dem beiden letzteren Annahmen die richtige ist, nicht ziehen, und der Verf. lässt daher die Frage unentschieden. [Dem Ref. scheint aus theoretischen Gründen die Annahme gleichen Wassergehaltes der beiden Salze in den Mischkrystallen die richtige zu sein.]

### 13. Calciummetawolframat, $4WO_3, CaO, 10H_2O$.

Dargestellt aus der freien Säure und Calciumcarbonat. Sehr löslich in Wasser, die Krystalle verlieren bei 105° 7 Mol. $H_2O$.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}007:1:1{,}3694.$$

| | |
|---|---|
| $A = 91^0\ 2'$ | $\alpha = 91^0\ 2'$ |
| $B = 93\ \ 0$ | $\beta = 93\ \ 0$ |
| $C = 90\ 19$ | $\gamma = 90\ 16$ |

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{001\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}11\}$, $\{1\bar{1}1\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$. Habitus pseudotetragonal, die Tetartopyramiden in ungefähr gleich grosser Ausbildung vorherrschend. Meist Zwillinge nach $(001)$.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(010) =$ | — | $89^0 41'$ |
| $(010):(001) =$ | $89^0\ 4'$ | 88 58 |
| $(100):(001) =$ | *87 0 | — |
| $(111):(001) =$ | *60 22 | — |
| $(111):(010) =$ | *51 6 | — |
| $(111):(1\bar{1}1) =$ | *76 40 | — |
| $(1\bar{1}1):(001) =$ | *61 30 | — |
| $(0\bar{1}0):(1\bar{1}1) =$ | — | 52 14 |
| $(\bar{1}11):(001) =$ | — | 73 17 |
| $(\bar{1}11):(010) =$ | 50 0 | 50 3 |
| $(\bar{1}11):(1\bar{1}1) =$ | 125 30 | 125 7 |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(001) =$ | — | 64 55 |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(0\bar{1}0) =$ | — | 50 29 |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | 80 5 | 79 28 |
| $(111):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | — | 125 27 |
| $(100):(\underline{100}) =$ | — | 6 0 |
| $(010):(\underline{010}) =$ | — | 2 4 |
| $(1\bar{1}\bar{1}):(\underline{1\bar{1}1}) =$ | — | 2 7 |
| $(11\bar{1}):(\underline{111}) =$ | 4 25 | 4 9 |

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zu $\{001\}$ und bildet einen Winkel von $78^0$ mit der Kante $(001):(\bar{1}\bar{1}1)$. Die erste Mittellinie, negativ, bildet mit der Normalen zu $(001)$ einen Winkel von $33^0$. $2E = 115^0$. Deutlich geneigte Dispersion; $\varrho > v$; schwache Doppelbrechung.

### d) Salze der Ceritmetalle.

Der Verf. erhielt zwei Hydrate dieser Salze; die einen haben (nach der jetzt üblichen Schreibweise) die allgemeine Formel $12WO_3.M_2O_3.27H_2O$ und die anderen $12WO_3.M_2O_3.30H_2O$. Von dem ersteren Typus konnte nur das Didymsalz, vom letzteren nur das Cer- und Lanthansalz in messbaren Krystallen erhalten werden.

14. Didymmetawolframat, $12WO_3.Di_2O_3.27H_2O$.

Zur Herstellung der Krystalle wurde eine wässerige Lösung des Salzes bei $50^0$—$60^0$ zur Syrupconsistenz eingeengt und dann bei einer Temperatur, die nicht unter $15^0$ herabgehen darf, über Schwefelsäure stehen gelassen. Die Krystalle verlieren bei $105^0$ 18 Mol. $H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0{,}9736 : 1 : 1{,}2952.$$

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{111\}$, $\{101\}$. Dicke Tafeln, entweder nach $(001)$ oder nach $(010)$; $(101)$ nur untergeordnet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111):(001) = | *61° 42′ | — |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *75 48 | — |
| (111):($\bar{1}$11) = | 78 5 | 78° 14′ |
| (101):(001) = | 53 15 | 53 4 |

Farbe rosenroth. Die Ebene der optischen Axen ist (100), die spitze Bisectrix, positiv, ist die $c$-Axe. Ziemlich starke Doppelbrechung, $2H_a = 94°$ ca., Dispersion schwach.

15. Cerometawolframat, $12WO_3.Ce_2O_3.30H_2O$.

Die Krystalle wurden erhalten durch Verdunsten einer concentrirten wässerigen Lösung bei Temperaturen unter 16°. Sie verlieren an der Luft sehr leicht 1 Mol. $H_2O$, und zersetzen sich beim Behandeln mit viel Wasser unter Abscheidung eines unlöslichen Niederschlages.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9838 : 1 : 0,5825.$$

| | |
|---|---|
| $A = 96° 48'$ | $\alpha = 96° 43'$ |
| $B = 92\ 46$ | $\beta = 92\ 34$ |
| $C = 91\ 49$ | $\gamma = 91\ 30$ |

Beobachtete Formen: {010}, {1$\bar{1}$0}, {101}, {0$\bar{1}$1}, {100}, {110}. Etwas nach der $c$-Axe verlängert.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(010) = | *88° 11′ | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 89 25 | 89° 24′ |
| (1$\bar{1}$0):(0$\bar{1}$0) = | 46 25 | 46 13 |
| (110):(010) = | — | 44 23 |
| (100):(101) = | *57 30 | — |
| (110):(101) = | *62 52 | — |
| (1$\bar{1}$0):(101) = | 71 58 | 72 10 |
| (010):(101) = | — | 83 24 |
| (101):(0$\bar{1}$1) = | *43 3 | — |
| (100):(0$\bar{1}$1) = | *88 27 | — |
| (010):(0$\bar{1}$1) = | 64 47 | 64 57 |
| (110):(0$\bar{1}$1) = | 71 20 | 71 12 |

Farbe intensiv gelb. Auf (100) ist die Auslöschung der Kante (100):(110), soweit man sehen kann, parallel. Die Ebene der optischen Axen scheint genau senkrecht zu (100) zu sein, man sieht durch diese Fläche eine der Axen. Starke Doppelbrechung.

16. Lanthanmetawolframat, $12WO_3.La_2O_3.30H_2O$.

Die Krystalle gleichen denen des Ceriumsalzes und wurden wie diese erhalten.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9859 : 1 : 0,5786.$$

| | |
|---|---|
| $A = 97°\ 3'$ | $\alpha = 97°\ 6'$ |
| $B = 93\ 45$ | $\beta = 93\ 50$ |
| $C = 89\ 30$ | $\gamma = 89\ 2$ |

Habitus wie beim Ceriumsalz; doch wurden noch die Formen {011} und {$\bar{2}\bar{1}1$} beobachtet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(010) = | *90° 30′ | — |
| (100):(110) = | *45 0 | — |
| (100):(1$\bar{1}$0) = | 44 50 | 44° 58′ |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | — | 89 58 |
| (100):(101) = | *57 0 | — |
| (010):(101) = | *84 20 | — |
| (0$\bar{1}$1):(101) = | *41 40 | — |
| (0$\bar{1}$1):(100) = | 86 10 | 86 19 |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | — | 59 49 |
| (011):(101) = | 39 10 | 40 2 |
| ($\bar{2}\bar{1}$1):(0$\bar{1}$1) = | 49 0 | 49 10 |
| ($\bar{2}\bar{1}$1):($\bar{1}$00) = | 44 50 | 44 31 |

Die Krystalle waren durch etwas Didym schwach röthlich gefärbt. Sonst sind die optischen Eigenschaften genau wie die des Ceriumsalzes.

Zum Schlusse giebt der Verf. eine kurze Uebersicht über die erhaltenen Resultate. Seine Folgerung aus denselben: »l'isomorphisme est un phénomène d'ordre purement physique et peut se rencontrer dans des corps dont la composition est absolument différente« dürfte sich kaum aufrecht erhalten lassen. Vielmehr scheint dem Ref. aus den im Vorstehenden beschriebenen, wichtigen und interessanten Untersuchungen das Gegentheil hervorzugehen: der Isomorphismus der Salze $Na_2W_4O_{13}.10H_2O$, $MnW_4O_{13}.10H_2O$ und $CdW_4O_{13}.10H_2O$ zeigt, dass Metalle, deren Salze für gewöhnlich nicht isomorph sind, mit einer Säure von sehr grossem Molekül isomorphe Salze bilden; der grosse, den Salzen gemeinsame Complex macht diese einander chemisch gewissermassen ähnlich und bedingt die Isomorphie. Für den Mineralogen ist diese Thatsache insofern interessant, als sie eine Bestätigung der über die Constitution einer Anzahl von alkalihaltigen Silicaten aufgestellte Hypothese liefert.

Ref.: W. **Muthmann.**

**19. H. Dufet** (in Paris): **Krystallographische Untersuchung einiger unorganischer Substanzen** (Bull. d. l. soc. franç. de Minéralogie 1892, **15**, 106).

1. Kaliumpalladiodichloronitrit, $Pd(NO_2)_2Cl_2K_2$.

Dargestellt von Vèges (Compt. rend. **115**, 111).

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,55041 : 1 : 0,60334; \quad \beta = 103^0 28' 30''.$

Beobachtete Formen: {110}, {010}, {012}. Kurzprismatisch nach der Verticalaxe. (010) fehlt oft. Häufig Zwillinge nach (110).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *56° 19′ | — |
| (012):(0$\bar{1}$2) = | *32 42 | — |
| ($\bar{1}$10):(012) = | *93 41 | — |
| (110):(012) = | 70 45 | 70° 44′ |

Farbe orangegelb. Die Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit der $c$-Axe einen Winkel von 8° im stumpfen Winkel $\beta$. Merkbarer Pleochroismus; Schwingungen parallel der Längsrichtung werden mit gelber, solche senkrecht mit orangerother Farbe durchgelassen. Spaltbarkeit nicht beobachtet.

### 2. Kaliumplatodichloronitrit, $Pt(NO_2)_2Cl_2K_2$.

Dargestellt von Demselben.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0,5538:1:0,6147;\quad \beta = 76^0\,9'.$$

Isomorph mit dem vorigen, zeigt dieselben Formen. Feine Nadeln nach der $c$-Axe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *56° 32′ | — |
| $(012):(010)$ = | *73 23 | — |
| $(110):(012)$ = | 70 10 | 70° 17′ |
| $(\bar{1}10):(012)$ = | *93 19 | — |

Farbe gelb. Die Auslöschung auf (010) bildet einen Winkel von ca. 4° mit der $c$-Axe im stumpfen Winkel $\beta$. Kein merkbarer Pleochroismus, keine Spaltbarkeit.

### 3. Kaliumplatodibromonitrit, $Pt(NO_2)_2Br_2K_2 + H_2O$.

Dargestellt von Demselben (ebenda 696).

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a:b:c = 0,99196:1:1,31701.$$

| | |
|---|---|
| $\alpha = 90^0\,58'\,0''$ | $A = 91^0\,0'\,5''$ |
| $\beta = 91\ 42\ 25$ | $B = 91\ 43\ 35$ |
| $\gamma = 91\ 7\ 10$ | $C = 91\ 8\ 55$ |

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{101\}$, $\{20\bar{1}\}$, $\{0\bar{2}1\}$, $\{011\}$ vorherrschend. Ausserdem wurde beobachtet $\{506\}$, $\{401\}$, $\{045\}$, $\{054\}$, $\{043\}$, sowie eine Reihe anderer Formen, deren Zeichen jedoch mit Sicherheit nicht bestimmt werden konnte. Einfache Krystalle werden fast nie beobachtet, fast immer Zwillinge nach (001); meist sind die Krystalle tafelig nach dieser Fläche, manchmal herrscht $(20\bar{1})$ vor.

Wie aus den Constanten ersichtlich, ist grosse Annäherung an das tetragonale System vorhanden.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(001):(101)$ = | 51° 53′ | 51° 55′ |
| $(001):(\bar{2}01)$ = | *70 53 | — |
| $(101):(20\bar{1})$ = | *57 12 | — |
| $(001):(401)$ = | 77 44 | 77 40 |
| $(401):(20\bar{1})$ = | 31 56 appr. | 31 27 |
| $(001):(506)$ = | 47 5 | 46 57 |
| $(001):(011)$ = | *52 9 | — |
| $(001):(0\bar{2}1)$ = | *70 5 | — |
| $(011):(02\bar{1})$ = | 57 48 | 57 46 |
| $(001):(045)$ = | 45 50 | 45 58 |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(001):(054)$ = | 57° 32′ | 57° 36′ |
| $(001):(043)$ = | 60 1 | 59 35 |
| $(101):(0\bar{2}1)$ = | *78 43 | — |
| $(101):(011)$ = | 67 0 | 66 56 |
| $(011):(\bar{2}01)$ = | 79 15 | 79 16 |
| $(\bar{2}01):(0\bar{2}1)$ = | 82 47 | 82 36 |
| $(0\bar{2}1):(401)$ = | 86 45 | 86 52 |
| $(011):(401)$ = | 81 20 | 81 36 |
| $(011):(506)$ = | 64 34 | 64 31 |
| $(0\bar{2}1):(506)$ = | 77 40 | 77 20 |
| $(20\bar{1}):(\underline{20\bar{1}})$ = | 38 22 | 38 14 |
| $(101):(\underline{20\bar{1}})$ = | 18 31 | 18 58 |
| $(011):(\underline{01\bar{1}})$ = | 75 50 | 75 42 |
| $(0\bar{2}1):(\underline{0\bar{2}1})$ = | 39 6 appr. | 39 50 |
| $(101):(\underline{011})$ = | 111 33 | 111 29 |
| $(20\bar{1}):(\underline{011})$ = | 102 33 | 102 27 |

Farbe hellgelb. Die eine der optischen Axen tritt beinahe senkrecht durch $(001)$ aus, die andere sieht man durch $(20\bar{1})$ und zwar bildet sie mit der Normalen zu dieser Fläche einen Winkel von 30° 5′. Die Auslöschungsrichtung auf $(20\bar{1})$ bildet mit der Kante $(00\bar{1}):(20\bar{1})$ einen Winkel von 33°.

Mittlerer Brechungscoëfficient (für Gelb) $\beta = 1,6684$
Axenwinkel $2V = 72^{\circ}\,21'$.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Die spitze Bisectrix | bildet mit der Normal. zu | $(001)$ oben | einen Winkel von | 42° 7′ |
| | - - - - - | $(20\bar{1})$ hinten | - - - | 32 27 |
| - stumpfe - | - - - - - | $(001)$ oben | - - - | 47 54½ |
| | - - - - - | $(20\bar{1})$ vorn | - - - | 63 10 |
| - mittlere Axe | - - - - - | $(001)$ oben | - - - | 88 55 |
| | - - - - - | $(20\bar{1})$ hinten | - - - | 73 10 |

Optisch positiv. Die Axe $A$ (durch $(001)$ sichtbar) ist sehr wenig dispergirt mit $\varrho > v$, die andere Axe, sehr stark dispergirt (geneigte Dispersion), $\varrho < v$. Um die Stärke der Doppelbrechung zu messen, wurde an einer Platte nach $(001)$ von 0,741 mm Dicke in Bromnaphtalin die Ringe um die durch $(001)$ austretende Axe gezählt. Für gelbes Licht wurde gefunden:

$$\alpha = 1,626 \quad \text{Differenz } 0,042$$
$$\beta = 1,6684 \quad \text{- } 0,089$$
$$\gamma = 1,757$$

Die Doppelbrechung ist also stark.

4. Kaliumplatodijodonitrit, $Pt(NO_2)_2J_2K_2 + 2H_2O$.

Dies Salz ist schon von Calderon gemessen worden (diese Zeitschr. 4, 493), indessen erhielt der Verf. bessere Winkelwerthe.

Krystallsystem: Tetragonal.

$$a : c = 1 : 0,58914.$$

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{111\}$, $\{110\}$. Spaltbarkeit vollkommen nach $(100)$, weniger gut nach $(001)$.

| | Gemessen: | | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| | Dufet: | Calderon: | |
| (110):(111) = | *50° 12′ | — | — |
| (111):(11̄1̄) = | 79 37 | 79° 28′ appr. | 79° 36′ |
| (100):(111) = | 63 6 | 62 39 — 63° 25′ | 63 5½ |
| (111):(1̄11) = | 53 48 | 53 19 — 54 40 | 53 49 |

Pleochroitisch; grünlichgelb für parallel mit der Hauptaxe, orangegelb für senkrecht dazu schwingende Strahlen. Doppelbrechung stark (nicht, wie Calderon angiebt, schwach). Für *Na*-Licht wurde bestimmt:

$$\omega = 1{,}7909 \quad \varepsilon = 1{,}6527 \qquad \text{Differenz } 0{,}1382.$$

5. Kaliumplatidichloronitrit, $Pt(NO_2)_4Cl_2K_2$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}021:1:1{,}322; \quad \beta = 102^\circ\, 16'.$$

Beobachtete Formen: {001}, {100}, {010}, {111}, {111̄}. Dicke Tafeln nach {010}. Die Hemipyramiden herrschen vor.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (111̄):(11̄1̄) = | *83° 5′ | — |
| (100):(111) = | *47 4 | — |
| (100):(11̄1̄) = | *56 15 | — |
| (111):(1̄11) = | 76 41 | 76° 43′ |

Farbe hellgelb, kein wahrnehmbarer Pleochroismus. Die Auslöschungsrichtung auf (010) bildet mit der *c*-Axe einen Winkel von ca. 22° im spitzen Winkel $\beta$.

6. Kaliumplatidibromonitrit, $Pt(NO_2)_4Br_2K_2$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1{,}0108:1:1{,}3927; \quad \beta = 100^\circ\, 31'\, 20''.$$

Habitus und Formen wie beim vorigen, mit dem die Verbindung isomorph ist.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(111) = | 56° 59′ | 56° 59′ |
| (001):(1̄1̄1) = | *68 46 | — |
| (111):(111̄) = | *54 15 | — |
| (100):(111) = | 47 1 | 47 12½ |
| (100):(11̄1̄) = | 54 48 ca. | 54 39½ |
| (1̄11):(111) = | 78 2 | 78 8 |
| (010):(111) = | 53 33 | 53 24½ |
| (111):(11̄1) = | 73 13 | 73 11 |
| (010):(111̄) = | *48 30 | — |
| (111̄):(11̄1̄) = | 83 1 | 83 0 |
| (100):(001) = | 79 20 | 79 28,4 |

Farbe orangegelb, im reflectirten Lichte erscheinen die Krystalle bläulich. Auf (010) bildet die Auslöschungsrichtung mit der *c*-Axe einen Winkel von 28° im spitzen Winkel $\beta$.

### 7. Kaliumplatitribromonitrit, $Pt(NO_2)_3Br_3K_2$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,73437 : 1 : 0,65240.$$

Beobachtete Formen: {111} und {010} vorherrschend, {100} und {001} zurücktretend. Vollkommene Spaltbarkeit nach (100).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(111) = | 53° 9′ | 53° 11′ |
| (111):($\bar{1}$11) = | 73 25 (appr.) | 73 18 |
| (010):(111) = | 63 57 | 64 0 |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *52 0 | — |
| (111):(11$\bar{1}$) = | *84 26 | — |

Farbe blutroth. Pleochroitisch, aber nicht in (001). In (100) und (010) geben Schwingungen senkrecht zu (001) eine orangegelbe, solche parallel zu (001) eine tief dunkelrothe Farbe.

Die spitze Bisectrix ist senkrecht zur Basis, die Ebene der optischen Axen ist (010).

### 8. Kaliumplatitetrajodonitrit.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,78741 : 1 : 0,64209.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010} vorherrschend, {111}, {001}. Habitus prismatisch. Keine Spaltbarkeit.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(111) = | 55° 29′ | 55° 31′ |
| (111):($\bar{1}$11) = | *68 58 | — |
| (010):(111) = | 63 25 (appr.) | 63 31½ |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *52 57 | — |
| (001):(111) = | 46 5 | 46 6½ |
| (111):($\bar{1}\bar{1}$1) = | 92 10 | 92 3 |

Farbe blutroth.

### 9. Nitrosorutheniumhyponitrit-Natriumnitrit,

$$Ru_2O_3(NO)_2(N_2O_3)_2 . 4NaNO_2 + 4H_2O.$$

Dargestellt von Joly.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a : b : c = 1,50857 : 1 : 1,02184; \quad \beta = 93^0\,47'.$$

Beobachtete Formen: {010}, {100}, {210}, {111}, {11$\bar{1}$}, {101}; letztere Form nur untergeordnet. Häufig Zwillinge nach (100).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (010):(210) = | 53° 2′ | — |
| (210):(100) = | 36 58 | 36° 58′ |
| (100):(101) = | *53 19 | — |
| (010):(111) = | *50 40 | — |
| (111):(101) = | 39 20 | 39 19 |

| | Gemessen: | | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}1)$ | $= 78^0 40'$ | | $78^0 38'$ |
| $(010):(11\bar{1})$ | $= 48\ 56$ | | $48\ 59$ |
| $(11\bar{1}):(1\bar{1}\bar{1})$ | $= 82\ 8$ | | $82\ 2$ |
| $(100):(111)$ | $= 62\ 30$ | | $62\ 29$ |
| $(111):(\bar{1}11)$ | $= 50\ 35$ | (appr.) | $50\ 43$ |
| $(100):(1\bar{1}\bar{1})$ | $= 66\ 47$ | | $66\ 48$ |
| $(210):(111)$ | $= 41\ 21$ | | $41\ 20$ |
| $(210):(11\bar{1})$ | $= 44\ 45$ | | $44\ 47$ |
| $(101):(\bar{1}\bar{1}1)$ | $= 73\ 43$ | | $73\ 44$ |
| $(101):(210)$ | $= 61\ 27$ | | $61\ 29$ |

Farbe orange, auf (010) pleochroitisch; Schwingungen parallel der ersten Mittellinie geben ein orangefarbenes, die anderen ein gelbes Bild.

Die Ebene der optischen Axen ist (010); die spitze positive Bisectrix bildet mit der $c$-Axe einen Winkel von $84^0\ 18'$ im spitzen Winkel $\beta$. Demgemäss sieht man die Axen durch (100); Winkel in Luft $41^0\ 10'$. Mit der Normalen auf (100) bildet die eine Axe (in Bromnaphtalin) $V_1 = 18^0\ 19'$, die andere $V_2 = 6^0\ 55'$; mithin $2V = 25^0\ 14'$; die erste Bisectrix bildet mit der Normalen zu (100) $\varphi = 5^0\ 42'$. Daraus berechnet sich $2E = 41^0\ 8'$, übereinstimmend mit der directen Messung. Mittlere Brechungsexponenten, nach der Prismenmethode bestimmt:

*Li*-Licht 1,5847, *Na*-Licht 1,5943, *Tl*-Licht 1,6041.

Geneigte Dispersion mit $\varrho < v$; die der Senkrechten zu (100) benachbarte Axe ist sehr viel mehr dispergirt als die andere.

Starke Doppelbrechung. Die Differenz zwischen den beiden äussersten Indices wurde gemessen:

$$\gamma - \alpha = 0{,}1274 \text{ (Na-Licht)}.$$

Durch Zählung der Ringe an Platten von bekannter Dicke wurde $\beta - \alpha$ bestimmt; zwei Versuche ergaben im Mittel 0,0055; demnach sind die Brechungscoëfficienten für *Na*-Licht:

$$\alpha = 1{,}5888, \quad \beta = 1{,}5943, \quad \gamma = 1{,}7162.$$

Mit dem Totalreflectometer wurde gefunden:

$$\alpha = 1{,}5891, \quad \gamma = 1{,}7165,$$

also sehr nahe übereinstimmende Werthe.

Ref.: W. Muthmann.

**20. J. A. Krenner** (in Budapest): **Andorit, ein neues ungarisches Silbererz** (Mathem. és term. tud. Értesitő 1892/3, **11**, 119—122). — Dieses neue Mineral, welches als Seltenheit in Felsöbánya auf dem Hauptgange mit Antimonit, Quarz und Sphalerit, auch mit Baryt und Manganosiderit vorkommt, aber auch im sogenannten Federerz eingebettet erscheint, hat Verf. nach Herrn Andor von Semsey wegen dessen bekannten Verdiensten um Förderung der Wissenschaften, hauptsächlich den Naturwissenschaften in Ungarn, benannt.

Der Andorit ist ein dunkel blei- oder stahlgraues bis schwarzes, metallglänzendes, oft bunt angelaufenes, undurchsichtiges Mineral, welches zwar sehr spröde, jedoch in einer Richtung gut spaltbar ist. Die Bruchfläche ist uneben und glänzend; Strich graulichschwarz.

Die Enden der kurzsäulenförmigen, 5—10 mm langen und 1—2 mm dicken Krystalle sind gewöhnlich abgerundet und im Allgemeinen sind die Krystalle selbst zerbrochen; die Flächen der vorherrschenden Prismenzone sind parallel mit der Zonenaxe gestreift; am wenigsten der Fall ist dies bei dem ebenfalls zu dieser Zone gehörenden, der Spaltungsebene parallelen Flächenpaar, auf welchem übrigens die feineren Streifen eine zur Zonenaxe normale Richtung haben oder statt deren rectanguläre Figuren zu beobachten sind.

Verf. bestimmte das Krystallsystem des Andorits durch Messung als rhombisch und wählte die Spaltungsebene als $\{100\}$; die beobachteten Formen sind die folgenden:

| | |
|---|---|
| $a\{100\}\infty\bar{P}\infty$ | $v\{302\}\frac{3}{2}\bar{P}\infty$ |
| $b\{010\}\infty\breve{P}\infty$ | $o\{101\}\bar{P}\infty$ |
| $n\{210\}\infty\bar{P}2$ | $d\{102\}\frac{1}{2}\bar{P}\infty$ |
| $t\{430\}\infty\bar{P}\frac{4}{3}$ | $q\{634\}\frac{3}{2}\bar{P}2$ |
| $m\{110\}\infty P$ | $r\{434\}\bar{P}\frac{4}{3}$ |
| $l\{230\}\infty\breve{P}\frac{3}{2}$ | $s\{232\}\frac{3}{2}\breve{P}\frac{3}{2}$. |

Die gemessenen und berechneten Winkelwerthe sind die nachstehenden:

| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $a:n$ | $=(100):(210)$ | $= 26^0 15'$ | $26^0\ 2'\ 55''$ |
| $a:t$ | $=(100):(430)$ | $= 36\ 28$ | $36\ 14\ 52$ |
| $a:l$ | $=(100):(230)$ | $= 55\ 32$ | $55\ 42\ 26$ |
| $a:m$ | $=(100):(110)$ | $= 44\ 21$ | * |
| $a:v$ | $=(100):(302)$ | $= 36\ 58$ | $36\ 50\ 17$ |
| $a:o$ | $=(100):(101)$ | $= 48\ \ 0$ appr. | $48\ 20\ \ 0$ |
| $a:d$ | $=(100):(102)$ | $= 66\ \ 0,7$ | * |
| $r:o$ | $=(434):(101)$ | $= 26\ \ 4$ | $25\ 59\ \ 6$ |
| $r:a$ | $=(434):(100)$ | $= 53\ 14$ | $53\ 18\ \ 9$ |
| $r:s$ | $=(434):(232)$ | $= 18\frac{1}{2}$ appr. | $18\ 16\ 54$ |
| $q:v$ | $=(634):(302)$ | $= 21\ 34$ | $21\ 21\ 54$ |
| $q:a$ | $=(634):(100)$ | $= 41\ 44$ | $41\ 48\ 44$ |
| $a:b$ | $=(100):(010)$ | $= 90\ \ 0$ | $90\ \ 0\ \ 0$ |

Aus den mit Sternchen versehenen Grundwerthen berechnet ist das Axenverhältniss des Andorits:

$$a:b:c = 0,97756 : 1 : 0,86996.$$

In chemischer Beziehung untersuchte Herr Joseph Loczka das neue Mineral; derselbe fand das specifische Gewicht $= 5,341$ und die procentuale Zusammensetzung:

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| *Sb* | 41,91 | 41,52 |
| S | 23,32 | 22,14 |
| *Pb* | 22,07 | 23,88 |
| *Ag* | 11,31 | 12,46 |
| *Cu* | 0,69 | — |
| *Fe* (*Zn*, *Mn*) | 0,70 | — |
| Unlöslich | 0,04 | — |
| | 100,04 | 100,00 |

Aus diesen Werthen kann man auf die Formel $Sb_6S_{12}Pb_2Ag_2$ schliessen, und

es beziehen sich die obenan stehenden berechneten Werthe auf diese Zahlen; das Mineral lässt sich daher als zusammengesetzt aus $3(Sb_2S_3)$, $2PbS$ und $Ag_2S$ deuten.

Der Andorit wird von Salpetersäure mit Hinterlassung von Schwefel- und Antimonsäure gelöst; in der Flamme erhält man ein Silberkorn, und im Glaskolben erhitzt schmilzt er unter Decrepitiren und Entwickelung weissen Antimonrauches zu einer schwarzen Schlacke.

Ref.: A. Schmidt.

**21. Z. Donogány** (in Budapest): **Zur Kenntniss der Hämoglobin- und Hämochromogenkrystalle** (Math. és term. tud. Értesitö 1892/93, **11**, 262—287 ung.; math. u. naturwiss. Berichte 1892/93, **11**, 135—160 deutsch). — Aus dieser werthvollen Arbeit mögen diejenigen Daten hervorgehoben werden, welche sich auf die, aus dem Meerschweinchenblut dargestellten Oxyhämoglobinkrystalle beziehen. Diese Krystalle wurden bekanntlich am Eingehendsten durch V. von Lang untersucht, welcher sie als rhombische Sphenoide und entsprechende Combinationen bestimmte. Donogány erhielt dieselben Resultate und konnte die Daten V. von Lang's in mehrfacher Beziehung ergänzen.

In geometrischer Hinsicht hat Verf. bewiesen, dass die ebenen Winkel der dreieckigen Flächen dieser Sphenoide thatsächlich von einander verschieden sind, der grösste beträgt nämlich 64° 11', der mittlere 60°50' und der kleinste 55°45'. Die mikroskopischen Messungen führte Verf. an mehreren Krystallen wiederholt aus, um die Fehler möglichst zu eliminiren. Auch die optische Orientirung spricht für das rhombische Krystallsystem, da die Auslöschungsrichtungen zu den Seiten des erwähnten Dreieckes unsymmetrisch liegen. Eine Auslöschungsrichtung ist mit derjenigen Seite fast parallel, welche den kleinsten und mittleren Winkel verbindet, aber es hat sich durch genaue Untersuchung ergeben, dass diese Richtung gegen den mittelgrossen Winkel hin um 7° 49' (*Na*-Licht) geneigt ist; in optischer Beziehung ist noch die Absorption dieser Krystalle auffallend.

Ref.: A. Schmidt.

**22. L. Mártonfi** (in Szamosujvár): **Beiträge zur mineralogisch-geologischen Kenntniss des siebenbürgischen Beckens** (Orv. term. tud. Értesitö 1892, **17**, 349—358 ung.; 387—389 deutsch). — Verf. bespricht folgende Mineralvorkommen: Oláhláposbánya: Realgar, Antimonit, Sphalerit, Pyrit, Chalkopyrit, Markasit, Tetraëdrit, Quarz (Amethyst), Melanterit, Calcit, Siderit und Aragonit. Der Aragonit war jetzt von hier unbekannt und kommt in zu Kugeln radial zusammengewachsenen nadelförmigen Kryställchen mit Siderit auf Quarz vor. Macskamezö: Pyrolusit, Quarz, Granat, Staurolith (manchmal in 2 cm langen und 7 mm dicken rothbraunen Krystallen), Magnetit, Anatas, Orthoklas (Adular), Turmalin, Amphibol, Chlorit. Der von Macskamezö noch unbekannte Anatas kommt in den Klüften des gneissartigen Gesteines am westlichen und südlichen Fusse des Kecskés-Berges mit Quarz, Chlorit und Adular in braunen oder hyacinthrothen winzigen Pyramiden vor. Schlucht von Bába: Kalkspath, Markasit und Quarz.

Ref.: A. Schmidt.

**23. A. Franzenau** (in Budapest): **Ueber den grossen Freigoldfund aus der Umgebung von Brád** (Földtany Közlöny 1892, **22**, 80—82 ung.; 119—122 deutsch). — Der Goldbergbau Muszári erstreckt sich auf die nachbarlichen

Theile der Rudaer und Felsö-Lunkojer Gemeinden im Hunyader Comitate, wie auch auf jenen Theil des Gyalu-Fétyi-Berges, welcher zu Felsö-Lunkoj gehört. Der Schwerpunkt des Bergbaues liegt (1891) im Mariastollen des Muszári-Thales und in einem Erbstollen, der vom unteren Theile desselben Thales aus getrieben wird. Im Maria-Stollen nun, hinter dem dritten Querschlage in beiläufig 70 m Distanz, hat man am 6. November 1891 einen selten grossen Goldfund angefahren, welcher im Ganzen 57,726 kg wog. Der Reichthum des Fundes möge anzeigen, dass aus zwei Proben des Erzes auf ein Kilogramm Erz 657, resp. 788 g reines Gold fielen. Den angetroffenen Adel hat die Scharung von drei resp. vier Klüften verursacht. Die Erzstücke waren theils in's Grünliche spielende, moosartige Aggregate von kaum einem halben Millimeter grossen Goldkrystallen, welche hauptsächlich aus {111}, {100} bestanden, und zwischen welchen hin und wieder Markasit- und sehr kleine dunkle Sphaleritkrystalle vorhanden waren, theils waren es schwarze, ganz mit Freigold überzogene Quarzstücke, wobei das Gold in einzelnen seltenen Flächen blechförmig ausgebildet erschien; eine anscheinend aus Markasit zusammengesetzte Niere zeigte im Inneren ebenfalls schwarzen Quarz, wobei die Fugen zwischen den Quarztheilen wie auch zwischen diesen und der beiläufig 5 mm starken Markasitrinde mit Goldblättchen ausgefüllt waren.

In diesem Jahrhundert wurden ausser diesem eben besprochenen reichen Funde noch zweimal grössere Mengen des Freigoldes in Ungarn gewonnen, einmal in dem Katroncza-Stock des Verespataker Bergbaues (in den zwanziger Jahren), dessen Ausbeutung ein Jahrzehnt dauerte, das zweite Mal (Anfang der fünfziger Jahre) in der siebenbürgischen Magura, wo 40 und einige Pfund Freigold gewonnen wurden.

Ref.: A. Schmidt.

**24. K. Zimányi** (in Budapest): **Mineralogische Mittheilungen** (Földtani Közlöny 1892, **22**, 225—233 ung.; 267—272 deutsch). — 1. Baryt von Lunkány im Comitate Hunyad. Wasserklare weisse, manchmal oberflächlich rothbraun gefärbte, im Allgemeinen nach der verticalen Axe (Stellung Miller's) 2—6 mm lange und nach den beiden anderen Axen 1,3—3 mm messende, gut spiegelnde Krystalle, welche aus der Umgebung des Dorfes Lunkány, von dem Anfange des Valea ciclovina stammen und in den Hohlräumen der mehr oder minder verwitterten, mit Kieselsäure imprägnirten Gerölle eines Breccienkalksteines vorkommen. Dieselben sind überwiegend kurzsäulenförmig nach der verticalen Axe oder aber dicktafelig; die einfacheren Krystalle sind domatisch nach {102} ausgebildet. Im Ganzen beobachtete Verf. die nachstehenden 17 Formen: $a${100}, $b${010}, $c${001}, $\lambda${210}, $\eta${320}, $m${110}, $n${120}, $\chi${130}, $d${102}, $o${011}, $z${111}, $R${223}, $r${112}, $f${113}, $q${114}, $v${115} und $y${122}, zu welchen noch eine neue, aber selbst vom Verf. nicht definitiv festgestellte Form, nämlich {250}, hinzukommt.

Die einzelnen Combinationen waren: $d, m, \lambda, y, f, z, \eta, c, o, a$; — $d, m, c, y, f, z, o, a, \lambda, \eta, b$; — $m, d, y, o, f, z, \chi, c, b, a, \eta, \lambda, q, n, v$; — $m, d, c, f, \eta, y, z, o, R, r, q, b, \lambda, a$; — $m, d, f, o, c, y, \lambda, \eta, z, q, r, b$. Die gemessenen Neigungen zeigen eine recht gute Uebereinstimmung mit den aus den Grundwerthen Helmhacker's berechneten Winkeln. Auffallend ist bei dem Baryt von Lunkány die ziemlich gute Spaltbarkeit nach {010}.

2. Cerussit von Kis-Muncsel im Comitate Hunyad. Die Krystalle sind entweder auf rostbraunem Glimmerschiefer oder auf zelligem Quarz aufge-

wachsen; grösstentheils kommt aber der Cerussit in derben Massen vor. Die untersuchten, 2—3 mm langen, 1—2 mm breiten wasserklaren Krystalle waren prismatisch nach der verticalen Axe, und auch etwas verlängert nach der Brachyaxe. Zwillinge nach dem gewöhnlichen Gesetze sind häufiger als einfache Krystalle. Die beobachteten Formen sind: *b*{010}, *m*{110}, *i*{021}, *p*{111}, *a*{100}, *r*{130}, *v*{031}, *x*{221} und *x*{012}; die hier angegebene Reihenfolge ist zugleich die der abnehmenden Grösse; am häufigsten trifft man die Flächen von *b*, *m*, *i*, *a* und *p*. Verf. hat in einer Tabelle seine Messungen mit den berechneten Werthen von Kokscharow verglichen.

3. Ueber den Baryt vom Budapester Kleinen Schwabenberg. Der von den verschiedenen Punkten des Ofener Gebirges stammende gelbe Baryt kommt in Gesellschaft des häufigeren Kalkspathes entweder in den Spalten des Orbitoidenkalksteines oder des Oligocänmergels vor. Nach des Verfs. Untersuchungen sind an diesem Baryt bis jetzt folgende Formen (Stellung Miller's) beobachtet: *a*{100}, *b*{010}, *c*{001}, *m*{110}, *l*{104}, *d*{102}, *u*{101}, *o*{011}, *z*{111}, zu welchen sich noch zwei kleine gerundete Pyramiden gesellen, welche Verf. als *y*{122} und *s*{132} angiebt. Die häufigsten Formen sind *c*, *m*, *d*, *z*, *b* und *o*; der dicktafelige Habitus wird immer durch *c* und *m* bedingt. In einer Tabelle hat schliesslich Verf. seine Messungen mit den berechneten Werthen zusammengestellt.

Ref.: A. Schmidt.

25. J. Loczka (in Budapest): **Beiträge zur Kenntniss der chemischen Constitution des Pyrits** (Földtani Közlöny 1892, **22**, 353—357 ung.; 389—394 deutsch). — Da bei Behandlung mit concentrirter kochender Schwefelsäure aus Pyrit ebenso wie aus den Ferroverbindungen ein krystallinisches und seiner chemischen Beschaffenheit nach identisches wasserfreies Ferrisulfat, nach des Verfs. Untersuchungen $Fe_2(SO_4)_3$ entsteht, so folgert Herr Loczka daraus, dass der Pyrit ebenfalls eine Ferroverbindung sei, in welcher Auffassung Verf. noch eine Bestärkung findet in dem Umstande, dass der Pyrit bei der Verwitterung in Ferrosulfat und Schwefelsäure zerfällt. Hiernach wäre die Formel des Pyrits $Fe\!<\!\begin{matrix}S\\|\\S\end{matrix}$. Gegen die Auffassung Weinschenk's hebt Verf. hervor, dass, wenn dem Pyrit die durch den genannten Forscher als wahrscheinlichste angegebene Constitution zukäme, bei der Verwitterung desselben gleichzeitig Ferri- und Ferrosulfat entstehen müsste.

Ref.: A. Schmidt.

26. A. Schmidt (in Budapest): **Krystallographische Untersuchungen** (Ebenda, 1893, **23**, 97—104 ung.; 135—141 deutsch). — 1. $CH_4N_4O_5Na_2$. Diese explosive Verbindung, wie auch $CH_4N_4O_5Na_2.H_2O$ wurden von Herrn Stefan Györy dargestellt (math. u. naturwiss. Berichte aus Ungarn 1892, **9**, 180—185). Krystallsystem für beide: Monosymmetrisch.

$CH_4N_4O_5Na_2$. $a:b:c = 0,8513:1:0,4083$; $\beta = 80^0 42'$. Beobachtete Formen: *a*{100}, *b*{010}, *c*{001}, *m*{110}, *n*{120}, *e*{$\bar{2}$01}, *g*{101}, *d*{011}, *y*{$\bar{3}$31}, *p*{$\bar{1}$11}, *o*{111}, *x*{112}, *z*{$\bar{2}$11}. Die wasserklaren Krystalle sind prismatisch ausgebildet und meistens an beiden Enden ausgebildet; häufigste Combination: *a*, *b*, *c*, *m*, *p*, *o*, *z*.

| | | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $b:m$ | $= (010):(110)$ | $= 49°58'$ | * |
| $b:n$ | $= (010):(120)$ | $= 31\ 11$ | $30°46'$ |
| $b:o$ | $= (010):(111)$ | $= 71\ 6$ | * |
| $b:d$ | $= (010):(011)$ | $= 68\ 38$ | $68\ 3$ |
| $b:c$ | $= (010):(001)$ | $= 89\ 54$ | $90\ 0$ |
| $b:p$ | $= (010):(\bar{1}11)$ | $= 68\ 48$ | $68\ 46$ |
| $b:z$ | $= (010):(\bar{2}11)$ | $= 72\ 39$ | $72\ 23$ |
| $a:c$ | $= (100):(001)$ | $= 79\ 56$ ca. | $80\ 42$ |
| $a:g$ | $= (100):(101)$ | $= 57\ 4$ | $56\ 59$ |
| $a:o$ | $= (100):(111)$ | $= 58\ 58$ | * |
| $a:d$ | $= (100):(011)$ | $= 80\ 14$ | $81\ 23$ |
| $a':e$ | $= (\bar{1}00):(\bar{2}01)$ | $= 50\ 57$ ca. | $51\ 3$ |
| $a':z$ | $= (\bar{1}00):(\bar{2}11)$ | $= 53\ 25$ | $53\ 12$ |
| $a':p$ | $= (\bar{1}00):(\bar{1}11)$ | $= 73\ 21$ | $73\ 23$ |
| $m:c$ | $= (110):(001)$ | $= 81\ 52$ | $82\ 53$ |
| $m:o$ | $= (110):(111)$ | $= 52\ 8$ | $52\ 55$ |
| $m:d$ | $= (110):(011)$ | $= 67\ 38$ | $69\ 12$ |
| $m^3:'p$ | $= (\bar{1}10):(\bar{1}11)$ | $= 64\ 38$ | $63\ 8$ |
| $m^3:z$ | $= (\bar{1}10):(\bar{2}11)$ | $= 49\ 52$ | $49\ 12$ |
| $m':x$ | $= (1\bar{1}0):(112)$ | $= 78\ 46$ ca. | $80\ 34$ |
| $n^3:y$ | $= (\bar{1}20):(\bar{3}31)$ | $= 34\ 24$ | $32\ 57$ |
| $z':c$ | $= (\bar{2}\bar{1}1):(001)$ | $= 51\ 22$ | $50\ 36$ |
| $z':p$ | $= (\bar{2}\bar{1}1):(\bar{1}11)$ | $= 43\ 19$ | $44\ 1$ |

Optische Axenebene: Symmetrieebene, Charakter der Doppelbrechung negativ, erste Mittellinie im spitzen Winkel $\beta$, $\mathfrak{c}:c = 46°20'$, $\mathfrak{a}:c = 43°39'$, beide in *Na*-Licht;

$2H_a = 96°22'$ *Na*-Licht $\qquad 2H_o = 97°52'$ *Na*-Licht
$\phantom{2H_a =} 95\ 23$ *Li* - $\qquad\phantom{2H_o =} 98\ 22$ *Li* -

Also $2V_a = 89°20'$ *Na*-Licht und $88°41'$ *Li*-Licht. Dispersion des Axenwinkels daher $\varrho < v$. Durch (100) im converg. polarisirten Lichte erscheint das Bild einer Axe nahe dem Centrum, wie auch durch (001); in diesem letzteren Falle ist die Excentricität etwas grösser, und zwar nach dem hinteren, d. h. positiven Oktanten Naumann's gerichtet.

Die Krystalle der zweiten Verbindung: $CH_4N_4O_5Na_2.H_2O$ sind zwar ebenfalls monosymmetrisch, aber die geometrischen Dimensionen wie auch der Habitus derselben erinnern an das rhombische Krystallsystem. Optische Axenebene normal zur Symmetrieebene. Diese Krystalle besitzen eine ausgezeichnete Spaltbarkeit nach einer Querfläche, und an den Spaltblättchen ist eine negative Mittellinie zu beobachten.

2. Natrium-Silberthiosulfat: $NaAgS_2O_3.H_2O$. Diese Krystalle wurden durch Herrn Alfred Schwicker dargestellt.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 0,6324:1:0,5716; \quad \beta = 89°23'.$$

Beobachtete Formen: $b\{010\}$, $e\{\bar{1}01\}$, $d\{101\}$, $m\{110\}$, $x\{011\}$, $l\{021\}$, $u\{\bar{1}21\}$, $o\{121\}$. Die kleineren Krystalle sind fast wasserklar, 3—4 mm breite und 0,5 mm dicke Tafeln aber sind schon etwas gefärbt, nämlich lichtgelb, bräunlichgelb, stellenweise mit dunkelbraunen Flecken, die die beginnende Zer-

setzung anzeigen. Nach 2½ Jahren wurden zwar die Krystalle ganz braun, aber die Glätte der Oberfläche war nicht geändert. Habitus dünntafelförmig nach der Symmetrieebene; einfache Krystalle sehr selten, die allermeisten sind Zwillinge nach {100}, und da die geometrischen Dimensionen dem rhombischem Systeme nahe stehen, ist das Aeussere der Zwillingskrystalle dem rhombischer Krystalle auffallend ähnlich. Die Spiegelung der Flächen ist zwar intensiv, aber in manchen Fällen gestört.

| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $b : d$ | $= (010):(101)$ | $= 90^0 21'$ | $90^0\ 0'$ |
| $b : o$ | $= (010):(121)$ | $= 49\ 51$ | * |
| $b : l$ | $= (010):(021)$ | $= 41\ 12$ | $41\ 11$ |
| $b : x$ | $= (010):(011)$ | $= 59\ 54$ | $60\ 15$ |
| $b : u$ | $= (010):(\bar{1}21)$ | $= 49\ 39$ | $49\ 33$ |
| $b : e$ | $= (010):(\bar{1}01)$ | $= 89\ 59$ | $90\ 0$ |
| $b : m$ | $= (010):(110)$ | $= 57\ 23$ | $57\ 42$ |
| $e : m^3$ | $= (\bar{1}01):(\bar{1}10)$ | $= 55\ 44$ | * |
| $e : o$ | $= (\bar{1}01):(121)$ | $= 86\ 24$ | $85\ 35$ |
| $e : l$ | $= (\bar{1}01):(021)$ | $= 60\ 33$ | $60\ 54$ |
| $e : x$ | $= (\bar{1}01):(011)$ | $= 49\ 27$ | $50\ 7$ |
| $m : o$ | $= (110):(121)$ | $= 38\ 41$ | * |
| $m : o'$ | $= (110):(1\bar{2}1)$ | $= 85\ 2$ | $84\ 45$ |
| $m : d$ | $= (110):(101)$ | $= 55\ 17$ ca. | $55\ 13$ |
| $m^3 : u$ | $= (\bar{1}10):(\bar{1}21)$ | $= 38\ 13$ | $39\ 11$ |
| $o : l$ | $= (121):(021)$ | $= 30\ 35$ | $30\ 39$ |
| $o : \varrho$ | = Zwillinge w. | $= 61\ 37$ | $62\ 7$ |
| $o : \varrho$ | = Zwillinge w. | $= 110\ 55$ | $111\ 20$ |

Die Ebene der optischen Axen ist normal zur Symmetrieebene; erste Mittellinie (negativ) ist die $b$-Axe für *Na*-Licht; $b : c = 28^0\ 26'$ (*Na*-Licht). Der scheinbare Winkel der optischen Axen, gemessen im $\alpha$-Monobromnaphtalin, ist:

$$2H_a = 93^0 23' \text{ Na-Licht}, \quad 95^0 18' \text{ Li-Licht}$$
$$2H_o = 97\ 51 \quad - \quad 94\ 54 \quad -$$

Die erste Mittellinie ändert daher ihre Bedeutung mit den verschiedenen Lichtarten. Aus den angegebenen Daten folgt schliesslich: $2V_a = 87^0\ 59'$ *Na*-Licht, $90^0\ 11'$ *Li*-Licht. Die Krystalle sind sehr zerbrechlich und ihre Härte = 2½.

Ref.: A. Schmidt.

**27. A. Kalecsinszky** (in Budapest): **Mittheilungen aus dem chemischen Laboratorium der königl. ung. geologischen Anstalt** (A magy. kir. földt. int. évi jelentése 1891-röl. Budapest 1892, 125—130). — Enthält unter Anderem die folgenden chemischen Analysen: Kalksteine von Lalasincz, Belotincz; Lignite von Hidas, Belovár-Verócze, Croatien, Thalheim-Schreiberdorf; Braunkohlen von Námesztó, Johannesthal (Krain); Andesit von Buják; Schiefer von Kis-Györ und Alaunerde von Bibarczfalva.

In einer ebenso betitelten Abhandlung (Ebenda 1892-röl. Budapest 1893, 177—211), sind die chemischen Analysen der nachstehenden Materialien mitgetheilt: Infusorienerde von Szurdok-Püspöki, Schwefelkies von Zalathna, graphitisches Gestein von Ruszkirva, Manganerz von ebendaher, Cement von Lábatlan, Kalksteine von Mecsek-Makárhegy und Csillaghegy.

Verf. hat ausser den oben angeführten noch eine Arbeit über die Thone und der bei der Thonindustrie verwendbaren Substanzen der Länder der ungarischen Krone zusammengestellt, welche auch die Bestimmung der Feuerbeständigkeitsgrade von 135 Thonarten enthält.

Ref.: A. Schmidt.

**28. F. P. Venable** (in North Carolina): **Vorkommen des Platins in Nord-Carolina** (Journ. Elisha Mitchell Sc. Soc. 1892, 8, Part 2). — Der Verf. kommt nach sorgfältiger Prüfung der Literatur, brieflichen Erkundigungen etc. zu dem Schlusse, dass das Vorkommen von Platin in Nord-Carolina nicht authentisch ist.

Ref.: L. V. Pirsson.

**29. W. G. Hanks** (in California): **Eine neue Gay-Lussit-Varietät von San Bernardino County** (Mining a. Scientific Press, March 26, 1892). — Das vom Verf. für Gay-Lussit gehaltene Mineral findet sich nicht in ausgebildeten Krystallen, sondern nur in krystallinischen Massen, welche nur theilweise in Wasser, aber fast ganz in Säuren unter lebhaftem Aufbrausen löslich sind. Beim Erhitzen in einem Platingefässe verliert es zuerst Wasser und schmilzt alsdann unter Aufbrausen, wobei es sich in zwei Theile sondert, einen leicht flüssigen und einen festen. Der erste ist löslich in Wasser, braust mit Säuren nicht auf, reagirt sehr alkalisch, aber nicht auf Kalk, der zweite feste Theil löst sich in Säuren ohne Brausen und giebt Kalkreaction.

Aus dem Obigen ist zu schliessen, dass, wenn der Autor die Reactionen correct beschrieben hat, er nicht Gay-Lussit unter den Händen hatte.

Ref.: L. V. Pirsson.

**30. F. P. Dunnington** (in Charlottesville, Va.): **Notizen aus dem chem. Laboratorium der Universität Virginia** (Americ. Chem. Journ. Dec. 1892, 620). — Verf. theilt folgende Mineralanalysen mit.

| A. | | B. | | C. | | E. | | Sauerst.-Verh.: |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| $Cu$ | 61,32 | $SiO_2$ | 25,33 | $SiO_2$ | 0,167 | $SiO_2$ | 47,54 | 4,7 |
| $Pb$ | 18,97 | $ZnO$ | 67,15 | $(Fe_2O_3.Al_2O_3)$ | 0,062 | $Al_2O_3$ | 34,03 | 3,0 |
| $S$ | 17,77 | $H_2O$ | 7,47 | $Na_2O$ | 0,065 | $CaO$ | 17,23 | 1,0 |
| Quarz | 1,58 | | 99,95 | $K_2O$ | 0,004 | $Na_2O$ | 1,82 | |
| | 99,64 | | | $MgO$ | 0,079 | $H_2O$ | 1,02 | |

D.

| | 1. | 2. |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 47,45 | 43,34 |
| Quarz | 2,76 | 8,22 |
| $Al_2O_3$ | 7,33 | 6,62 |
| $Fe_2O_3$ | 12,03 | 15,16 |
| $FeO$ | 9,43 | 8,33 |
| $MgO$ | 2,90 | 0,95 |
| $CaO$ | 0,57 | 0,62 |
| $K_2O$ | 5,75 | 4,15 |
| $Na_2O$ | 0,42 | 1,84 |
| $H_2O$ | 9,85 | 10.32 |
| | 98,49 | 100,55 |

A. Analyse eines Cuproplumbits von Butte City, Montana, ausgeführt von J. T. De Bell. Die sich ergebende Formel stimmt angenähert auf $5Cu_2S.PbS$. Das Mineral ist amorph, von blaugrauschwarzer Farbe, halbmetallischem Glanz und unebenem Bruch. Beim Schmelzen spritzt es. Spec. Gew. 5,39; Härte 2,5. Unter Berücksichtigung der Correctur für den beigemengten Quarz wird das spec. Gew. 5,43, woraus folgt, dass dem Mineral die Structur des Bleiglanzes und nicht jene des Kupferglanzes zukommt.

B. Giebt das Resultat einer von A. Jones ausgeführten Analyse eines sehr reinen pyroëlektrischen Calamins vom New River, Va. Er bildet 1—2 mm dicke, farblose, durchsichtige Krystalle auf einer weissen Erzkruste. Spec. Gew. 3,40; Härte 4,9.

C. Analyse eines weissen Marmors von Rutland, Vermont, ausgeführt von J. T. De Bell. Der Marmor besteht aus $CaCO_3$ 99,536 und $MgCO_3$ 0,147 %, Verunreinigungen 0,290 %. Eine Bestimmung der Alkalien im carrarischen Marmor ergab 0,046 %.

D. Zwei Analysen eines Glaukonits von Hanover County, Virginia, ausgeführt von M. B. Corse und C. Baskersville. Das klare Mineral wurde erhalten beim Schlämmen des Grünsand-Mergels; unter dem Mikroskope bildet es runde, grüne Körner mit ein wenig Quarz und Stellen stärkerer Färbung. Beim Erhitzen wird es braun und gelatinirt in Säuren. Spec. Gew. von 1. = 2,83, Schmelzbarkeit = 4,5. Die Differenzen der beiden Analysen mit Material aus derselben Schicht scheinen darauf hinzudeuten, dass das Mineral noch ein Gemenge ist.

E. Analyse eines Paranthins von Clay County, Nord-Carolina (von W. N. Berkley). Das Mineral findet sich in rundlichen Massen in einem Gemenge, bestehend aus zersetztem Albit, Korundophilit, Vermiculit und anderen Chloriten, in einem Korundlager zwischen Chrysolith und Hornblende-Gneiss. Farbe blaugrau, spec. Gew. 2,75, Härte 5,5. Da das Mineral kein Chlor enthält, so wird es nicht als eine Mischung von Mejonit- und Marialithmolekülen betrachtet, vielmehr als Paranthin, dessen Zusammensetzung jenem von Pargas gleicht.

Ref.: L. V. Pirsson.

**31. A. J. Moses, E. Waller, B. C. Hinman** und **W. D. Matthew** (in New York): **Mineralogische Notizen** (School of Mines Quarterly 1892, **14,** 49). — Ein wahrscheinlich neues Nickelarsenid fand sich in einer Silbermine, 18 Meilen westlich von Silver City, Bullard Peak Mining-District im Grant Co., New Mexico, gelegen. Es bildet eine Ader mit Silber und Siderit, ist metallisch glänzend, von grauer Farbe, manchmal auch angelaufen. Strich schwarz, Härte 5. Analyse des ziemlich unreinen Materials unter A. Wird die Kieselsäure als von Quarz und das *Ag* als von gediegen Silber herrührend in Abzug gebracht, so erhält man die Werthe unter B.; die hieraus sich ergebenden angenäherten Atomverhältnisse unter C. entsprechen der Formel $RAs_3$, in welcher $R = \frac{4}{7} Ni$, $\frac{2}{7} Co$ und $\frac{1}{7} Fe$. Das Mineral gehört also zum Typus Skutterudit $CoAs_3$. Die theoretische Zusammensetzung unter D.

| | A. | B. | C. | D. |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 4,56 | — | — | — |
| *Pb* | Spur | — | — | — |
| *Ag* | 8,38 | — | — | — |
| *As* | 67,37 | 78,10 | 21 | 78,67 |
| *Ni* | 11,12 | 12,89 | 4 | 12,25 |
| *Co* | 5,13 | 5,95 | 2 | 6,16 |
| *Fe* | 2,64 | 3,06 | 1 | 2,92 |
| | 99,20 | 100,00 | | 100,00 |

Graphit von Ceylon. An polyëdrischen Fragmenten zeigten sich mit dem Anlegegoniometer gewisse Winkel wiederkehrend, wie 58°, 98°. Der Verf. glaubt, dass diese Erscheinung davon herrührt, dass der Graphit in winklige Hohlräume eingepresst wurde.

Hämatit von Antwerp, N. Y., ist da an der Oberfläche zu Magnetit reducirt, wo Stilpnomelan vorkommt. Es wird eine Beziehung in dem Oxydationszustande des Eisens dieses Minerals und jenem des begleitenden Eisenoxyds angenommen.

Ein Orthoklas von einer Localität 30 Meilen von Buckingham, Ottawa Co., Prov. Quebec, gab bei der Analyse: $SiO_2$ 65,87, $Al_2O_3$ 19,32, $CaO$ 0,64, $Na_2O$ 2,39, $K_2O$ 11,78 = 100,00.

Topas von Japan, farblose bis bläuliche Krystalle von zwei Fundorten, nämlich aus der Provinz Omi und aus den Zinngruben von Yenagari Mino, zeigten folgende Formen:

Pyramiden: {223}, {111}, {221}, {121}*); Prismen: {110}, {560}*), {230}, {120}, {250}*), {4.11.0}*), {130}; Pinakoide: {001}, {010}, {100}**); Brachydomen: {043}, {021}, {041}; Makrodomen: {203}, {201}.

Das Brachyprisma {4.11.0}, welches Goldschmidt und Dana nicht aufführen, wurde durch folgende Messungen festgelegt:

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (120):(4.11.0) = | 8° 45′ | 8° 52′ 58″ |
| | 8 46 | |
| | 8 47 20″ | |
| (110):(4.11.0) = | 27 54 40 | 27 36 20 |
| | 27 58 40 | |

Der grösste Krystall maass 119 mm in der Makro- und 85 mm in der Brachyaxe.

Ref.: L. V. Pirsson.

**82. A. J. Moses** und **L. Mc J. Luquer** (in New York): **Beiträge aus dem mineralogischen Laboratorium des Columbia College** (School of Mines Quarterly 1892, 8, 236). — 1. Alabandin von Tombstone, Arizona, siehe diese Zeitschr. **22**, 18. 2. Wavellit, in kleinen gelben, kugeligen Aggregaten von etwa 4 mm Durchmesser, findet sich auf dem Phosphorit der Dunellen Phosphat Co. Mine im Marion County, Florida. Spec. Gew. 2,492; Härte 3.

---

*) Nur einmal beobachtet.
**) do., zweifelhaft.

Herr G. Volkening jr. fand folgende Zusammensetzung: $Al_2O_3$ 37,08, $P_2O_5$ 33,89, $H_2O$ 26,37 = 97,34. Die beiden ersten Bestandtheile wurden nur mit 30 mg Substanz bestimmt.

Ref.: L. V. Pirsson.

**38. G. C. Hoffmann** (in Ottawa): **Chemische Beiträge zur Geologie Canadas** (Ann. Rep. Geol. Surv. Canada, Ottawa 1892, Vol. V, Part. R, 72 pp.). — Der Verf. berichtet über Erze, Mineralien etc., welche dem Laboratorium der Survey zur Identificirung und Analyse zugesendet wurden. Wir entnehmen der Abhandlung Folgendes:

Ilvaït von der Spitze des Barcley Sundes, Vancouver Island. Er findet sich in unregelmässigen Massen in einem Gange in Gesellschaft von Calcit, Tremolith und Andradit (Kalkeisengranat). Die Krystallflächen zeigen eine Längsstreifung und manchmal auch eine farbig angelaufene Oberfläche. Die Farbe ist eisenschwarz, der Strich grünlichschwarz; halbmetallischer Glanz; spröde; Bruch uneben. Härte 5,5; spec. Gew. 3,859. Eine Analyse ergab:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $FeO$ | $MnO$ | $CaO$ | $MgO$ | $H_2O$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 29,81 | 0,16 | 18,89 | 32,50 | 2,22 | 13,82 | 0,30 | 1,62 | = 99,32. |

Gediegen Eisen findet sich als Bestandtheil einer dünnen Kruste von oolithischer Structur auf Quarzit am Nordufer des S. Josephs Island, Lake Huron, Ontario. Eine Analyse der Kruste ergab: metallische Körner 58,85, Limonit 39,73, kieselige Substanz 1,42 = 100. Die sphärischen metallischen Körnchen schwanken von mikroskopischer Kleinheit bis zu solchen von 0,37 mm Durchmesser und gaben bei der Analyse:

| $Fe$ | $Mn$ | $Ni$ | $Co$ | $Cu$ | $S$ | $P$ | $C$ | Unlösl. | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 88,00 | 0,51 | 0,10 | 0,21 | 0,09 | 0,12 | 0,96 | ? | 9,76 | = 99,75, |

woraus der Verf. folgert, dass der metallische Antheil dieser Körnchen 97,79 % Eisen enthält. Der unlösliche Antheil hat die Form eines runden Kernes und ist bedeckt mit einer gelben humusartigen Substanz, welche sich beim Glühen verflüchtigt, wobei schneeweisse Kügelchen, aus 94 % $SiO_2$ bestehend, zurückbleiben. Der Verf. nimmt an, dass die metallischen Körnchen durch Reduction mittelst organischer Materie aus einem Eisensalz entstanden sind.

Harmotom aus der Beaver Mine, in der Township O'Connor, District der Thunder Bay, Prov. Ontario. Kleine Krystalle auf prismatischem Calcit, welche auf einer Quarzschicht sitzen, die eine Ader in bituminösem Schiefer bildet; Begleiter sind Pyrit und Flussspath. Die Analyse, mit 0,08 g ausgeführt, ergab:

| $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $BaO$ | $CaO$ | $H_2O$ | |
|---|---|---|---|---|---|
| 46,36 | 17,16 | 21,18 | 2,25 | 14,54 | = 101,49. Spec. Gew. 2,39. |

Opal in weisslichen, grünlichen oder apfelgrünen Farben findet sich in basaltischer Breccie in dem Savona Mountain in der Nähe von Savona in British Columbia. Spec. Gew. 2,012, nach dem Glühen 2,083. Beim Stehen über Schwefelsäure bis zu constantem Gewicht ($120^h$) verliert das Mineral 3,25 % Wasser, der gesammte Wassergehalt beträgt 7,00 %. An feuchter Luft nimmt das Mineral das abgegebene Wasser und überdies noch 3,50 % mehr, im Ganzen 6,75 % auf, und zeigt alsdann wieder constantes Gewicht. Nach starkem Glühen verliert es die Fähigkeit der Wasseraufnahme.

Danaït (Kobaltarsenkies) findet sich im Graham District von Algoma, Ontario, gemengt mit Quarz, Pyrrhotin, Bleiglanz und Serpentin. Er ist derb, hat das spec. Gew. 5,988 und gab bei der Analyse (R. A. A. Johnston) nach Abzug von 4,77 % Quarz:

| $As$ | $S$ | $Fe$ | $Co$ | $Ni$ | $Sb$ | $Au$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 42,22 | 18,84 | 33,32 | 4,09 | 0,93 | 0,60 | Spur = 100,00. |

Scheelit in blass weingelben Krystallen, in weissen Quarz eingewachsen und begleitet von Hämatit, Pyrit und Pyrrhotin, fand sich im Marlow Beauce County in Quebec. Eine Analyse ergab (R. A. A. Johnstone):

| | $WO_3$ | $CaO$ · | $Fe_2O_3$ | $SiO_2$ |
|---|---|---|---|---|
| Spec. Gew. 6,059 | 79,90 | 19,37 | 0,70 | 0,29 = 100,26. |

Chromhaltiger Muscovit von smaragdgrüner Farbe von Matawatchan, Renfrew County, Ontario. Eine Analyse (F. G. Wait) ergab:

| Sp. Gew. | $SiO_2$ | $Al_2O_3$ | $Fe_2O_3$ | $Cr_2O_3$ | $MnO$ | $CaO$ | $MgO$ | $K_2O$ | $Na_2O$ | $H_2O$ |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,93 | 43,72 | 35,51 | 2,94 | 1,26 | 0,26 | 4,46 | 1,36 | 8,88 | 0,39 | 3,68 = 102,46. |

Gersdorffit von Denison, Algoma District, Ontario. Findet sich in feinkörnigem Diabas mit Niccolit, Kupferkies und Pyrrhotin, auch Quarz und Calcit kommt vor. Structur im Allgemeinen lamellär, zuweilen körnig. Einige wenige Krystalle liessen das Oktaëder oder das Cubooktaëder erkennen. Farbe stahlgrau. Eine Analyse, ausgeführt von R. A. A. Johnstone, ergab nach Abzug von 13,55 % Quarz:

| Spec. Gew. | $As$ | $S$ | $Ni$ | $Fe$ | $Co$ | $Cu$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 6,231 | 49,96 | 16,71 | 26,32 | 7,90 | 2,01 | 0,10 = 100. |

**Mineralogische Notizen.** Ein wasserhaltiger Biotit, dem Voigtit nahe verwandt, findet sich zu North-East Harbor, Shelburne County, Nova Scotia, mit Staurolith und Granat in Glimmerschiefer. Farbe schwarz, perlartiger Glanz. Dünne Blätter sind biegsam, unelastisch. Eine directe Wasserbestimmung ergab 6,04 %.

Jamesonit in faserigen Massen findet sich am Vermant und Deception Creek, Middle Fork des Spilimechene River, East Kootanie, British Columbia. Er enthält Spuren von Gold und Silber. Freibergit mit 3,09 % Silber. Vorkommen beim Sicamous shuswap Lake in British Columbia. Platin in Begleitung von Gold fand sich in den Sanden des North Saskatchewan River bei Edmonton District Alberta, Northwest Territory. Es bildet winzige Körnchen nicht über 0,25 mm Durchmesser und ist theilweise magnetisch. Iridosmium konnte nicht nachgewiesen werden. Gediegenes Quecksilber findet sich in kleinen Kügelchen in einer dünnen Ader von Zinnober in einem Felsit am Ost-Eingange des Seshart-Canals, Barclay-Sund, Vancouver Island. Hellblauer Lazulith findet sich zusammen mit Quarz in der Lake Miotassini-Region, Provinz Quebec.

Metacinnabarit bildet bläulichschwarze Ueberzüge in Hohlräumen eines hellgrauen Quarzes an der Westseite von Read Island an der Nordostküste von Vancouvers Island. Qualitativ erweist er sich als reines $HgS$. Es ist dies das zweite bekannte nordamerikanische Vorkommen.

Ein Mineral, welches in dünnen Lagen in Talkschiefer bei Donald in British Columbien vorkommt, und krystallinisch-blätterige durchscheinende Massen bildet, blättert vor dem Löthrohre auf wie Vermiculit und ertheilt der Flamme eine

intensiv carminrothe Farbe. Der Verf. bezieht es auf Cookeït. In dünnen Blättern ist es farblos und durchsichtig, perlglänzend und fettig anzufühlen. Der Glimmer, welcher in dem damit vergesellschafteten Schiefer vorkommt, giebt Reaction auf Cäsium und Lithium.

Ref.: L. V. Pirsson.

**84. E. J. Dumble** (in Austin, Texas): **Notiz über das Vorkommen des Grahamit in Texas** (Trans. Amer. Inst. Mining Engineers Oct. 1892). — Grahamit (eine asphaltartige Substanz) findet sich nach dem Verf. in dünnen Adern und Massen in der Tertiärformation bei Webb Bluff am Rio Grande River, ungefähr 50 Meilen nördlich von Laredo in Texas, und am O'Quinn und Buckner's Creeks, Fayette County, Texas. Eine Analyse des ersteren (A) und der letzteren (B) ausgeführt von Herrn L. E. Magnenat ergab:

| | A. | B. | B. |
|---|---|---|---|
| Feuchtigkeit | 0,30 | keine | keine |
| Flüchtige Masse | 44,00 | 57,90 | 2,50 |
| Feste Kohle | 52,80 | 37,70 | 4,71 |
| Asche | 2,90 | 4,40 | 0,24 |
| | 100,00 | 100,00 | |
| Gesammt-Schwefel | 5,42 | | 7,45 |

| | A. | B. |
|---|---|---|
| $C$ | 78,65 | 76,19 |
| $H$ | 7,50 | 6,61 |
| $N$ | 0,15 | 0,39 |
| $O$ | 5,08 | 5,15 |
| $S$ | 5,42 | 7,45 |
| Asche | 2,90 | 4,21 |
| $H_2O$ | 0,30 | — |
| | 100,00 | 100,00 |

Ref.: L. V. Pirsson.

**85. J. I. Donald** (in Canada): **Canadisches Platin** (Eng. u. Min. Journ., May 19, 1892). — Der zur Zeit wichtigste Platin führende District Canadas befindet sich am Tulameen, einem nördlichen Seitenflusse des Similkameen River in British Columbia. Man findet es zusammen mit Gold in Wäschen, zuweilen auch in grösseren Klumpen (nuggets), und sind von einer Company bereits über 2000 Unzen nach den Vereinigten Staaten ausgeführt worden. Wie gewöhnlich ist das Metall begleitet von Palladium, Iridium und Osmium.

Ref.: L. V. Pirsson.

**86. J. Ulke** (in Washington, D. C.): **Neues Zinnmineral aus den Black Hills** (Trans. Am. Inst. Mining Engineers 1892). — An dem genannten Fundorte, auf der Etta-Mine, findet sich in Quarzgängen eine gelbliche, erdige Substanz, begleitet von Kassiterit. Sie enthält 60 % $Sn$, 12 % $Cu$ und 8 % $H_2O$. Der Verf. giebt ihr die Formel $4SnO_2 + Cu_2Sn(OH)_6$ und den Namen Cuprokassiterit. Von derselben Localität stammendes Material ist indessen auch von W. P. Headden (Am. Journ. Sci. 1893, **45**, 105) untersucht worden, welcher zeigte, dass das Mineral ein Gemenge ist, hervorgegangen aus der Zersetzung des Zinnkieses, welcher sich allda ebenfalls findet.

Ref.: L. V. Pirsson.

**87. Derselbe: Beitrag zur Geologie der Zinnminen Dakotas** (Eng. und Mining Journ. May 21, 1892). — In dieser kurzen Mittheilung bespricht der Verf. einige auf die Geologie dieser Gegend bezügliche Thatsachen. Im Harney Park District fanden sich einige der grössten Krystalle der Welt. Auf der Etta-Mine

fand sich ein Spodumenkrystall von 30 Fuss Länge! sowie eine Columbitmasse von einer Tonne Gewicht. Die Zahl der vorkommenden Mineralien beträgt über 150. Das Zinnerz findet sich nicht in Gesellschaft fluorhaltiger Mineralien, wie an anderen wohlbekannten Grubendistricten.

Ref.: L. V. Pirsson.

**88. O. C. Farrington** (in New Haven): **Chemische Zusammensetzung des Iolith** (Amer. Journ. Sci. 1892, **43**, 13). — Zu Guiford in Connecticut findet sich ein ganz aussergewöhnlich frischer Cordierit als Bestandtheil eines krystallinisch-körnigen Gesteins, welches Gänge im Gneiss bildet. Das Mineral bildet Körner bis zu Wallnussgrösse von ungemeiner Klarheit. Dieses der Untersuchung günstige Material veranlasste den Verf. der Frage nach der chemischen Zusammensetzung näher zu treten, welche ja bekanntermassen noch eine offene war, hauptsächlich wegen der Unsicherheit bezüglich der Oxydationsstufe des vorhandenen Eisens. Zur Analyse dienten nur solche Körner, welche vollkommen klar waren und den charakteristischen Pleochroismus dieses Minerals zeigten.

Das Eisenoxydul wurde in einer gesonderten Portion durch Aufschliessen mittelst Flusssäure und Schwefelsäure und Titration mit Kaliumpermanganat bestimmt. Das Wasser wurde direct bestimmt durch Schmelzen von ungefähr 1 g des Minerals in einem tubulirten Gooch'schen Tiegel und Auffangen des freiwerdenden Wassers im Chlorcalciumrohre. Zur Abwendung von eindringenden Flammengasen wurde der genannte Tiegel in einen zweiten gesetzt und mit Natriumcarbonat umgeben. Die Analyse ergab alsdann:

| | I. | II. | Mittel: | Molek.-Verh.: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 49,44 | 49,56 | 49,50 | 0,825 | 0,825 | 5,00 |
| $Al_2O_3$ | 32,97 | 33,04 | 33,01 | 0,324 | 0,326 | 1,98 |
| $Fe_2O_3$ | 0,35 | 0,41 | 0,38 | 0,002 | | |
| $FeO$ | 5,11 | 5,13 | 5,12 | 0,071 | 0,335 | 2,03 |
| $MnO$ | 0,32 | 0,27 | 0,29 | 0,004 | | |
| $MgO$ | 10,39 | 10,46 | 10,42 | 0,260 | | |
| $H_2O$ | 1,65 | 1,58 | 1,62 | 0,090 | 0,090 | 0,54 |
| | 100,23 | 100,45 | 100,34 | | | |

Spec. Gew.: 2,607.

Wie man ersieht, ist fast alles Eisen als Oxydul zugegen und es ergiebt sich ein Verhältniss von $SiO_2 : R_2O_3 : RO : H_2O$ nahezu wie 5 : 2 : 2 : 0,5.

Um die Richtigkeit der gefundenen Werthe auch an anderem Material zu prüfen, wurde auch der Iolith von dem wohlbekannten Fundorte Haddam, Conn., untersucht, und folgende Werthe erhalten:

| | I. | II. | Mittel: | Sauerst.-Verh.: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 49,25 | 49,03 | 49,14 | 0,819 | 0,819 | 5,00 |
| $Al_2O_3$ | 32,81 | 32,87 | 32,84 | 0,322 | 0,326 | 1,99 |
| $Fe_2O_3$ | 0,58 | 0,67 | 0,63 | 0,004 | | |
| $FeO$ | 5,06 | 5,01 | 5,04 | 0,070 | 0,333 | 2,03 |
| $MnO$ | 0,19 | 0,19 | 0,19 | 0,003 | | |
| $MgO$ | 10,51 | 10,30 | 10,40 | 0,260 | | |
| $H_2O$ | 1,81 | 1,88 | 1,84 | 0,102 | 0,102 | 0,62 |
| | 100,21 | 99,95 | 100,08 | | | |

Spec. Gew.: 2,610.

Das $Fe_2O_3$ und das $H_2O$ ist etwas höher als oben, was aber leicht verständlich ist, da das Mineral von diesem Fundorte sehr zur Zersetzung geneigt ist. Das resultirende Molekularverhältniss ist aber ganz exact mit obigem übereinstimmend, und es berechnet sich aus demselben die Formel $H_2O$, $4(Mg.Fe)O$, $4Al_2O_3$, $10SiO_2$. Das Verhältniss von $MgO : FeO$ ist in beiden Analysen nahezu wie 7 : 3. Nachstehend sind die aus der Formel berechneten Werthe und die Mittel der vorstehenden Analysen, $Fe_2O_3$ und $MnO$ zu $Al_2O_3$ und $MgO$ gezogen, einander gegenübergestellt.

| | Theorie: | Berechnet auf 100. Guilford: | Haddam: |
|---|---|---|---|
| $10SiO_2$ | 49,40 | 49,41 | 49,21 |
| $4Al_2O_3$ | 33,60 | 33,17 | 33,30 |
| $\frac{3}{10}(4FeO)$ | 5,27 | 5,40 | 5,24 |
| $\frac{7}{10}(4MgO)$ | 10,25 | 10,40 | 10,41 |
| $H_2O$ | 1,48 | 1,62 | 1,84 |
| | 100,00 | 100,00 | 100,00 |

Die Uebereinstimmung ist eine befriedigende; auch ist die Abweichung von den bislang bekannten Analysen nicht wesentlich, mit Ausnahme der Oxydationsstufe des Eisens. Die Thatsache, dass dasselbe als Oxydul vorhanden ist, der Cordierit aber demungeachtet nicht grün gefärbt ist, zeigt, wie wenig Wichtigkeit der Färbung beizumessen ist.

Um Aufschluss über die Natur des Wassers zu erhalten, wurde etwa 1 g des Guilford-Minerals successive bis zu constantem Gewicht erhitzt und gefunden:

| | 100° C. | 300° C. | Leichte Rothgluth: | Volle Rothgluth: | Total: |
|---|---|---|---|---|---|
| Gewichtabnahme bei | keine | 0,63 | 0,87 | 0,10 | 1,60 |

Bis zur vollen Rothgluth wird das Mineral lichter in der Farbe, bei noch stärkerem Erhitzen im Gebläse wird es dagegen schwarz, backt zusammen und zeigt in Folge der Oxydation des Eisens eine geringe Gewichtszunahme.

Wie erhellt, ist die bei voller Rothgluth abgegebene Wassermenge dieselbe, wie die direct gefundene Menge; es wurde deshalb auch beim Cordierit von Haddam auf diese Weise bestimmt. Es ist möglich, dass ein zu starkes Erhitzen an der geringen Wassermenge, welche Jackson fand (0,5 %), schuld ist, alle übrigen bekannt gewordenen Analysen verzeichnen dagegen zwischen 1 und 2,5 %, im Mittel aus 6 Analysen 1,74 %.

Die hohe Temperatur, bei der es erst weggeht, beweist, dass es als Constitutionswasser zugegen ist. Verf. vermuthet, dass es als $OH$ die Gruppe $MgOH$ bilden möge, dahin zielende Versuche dies nach der von Clark und Schneider eingeschlagenen Methode zu bestimmen, ergaben kein entscheidendes Resultat. Nur so viel ist ersichtlich, dass das Mineral durch lang andauernde Behandlung mit $HCl$ völlig zersetzt werden kann.

Ref.: F. Grünling.

**89. F. A. Genth** († in Philadelphia): **Mineralogische Beiträge Nr. 52; mit krystallogr. Notizen von S. L. Penfield** (Amer. Journ. Sci. 1892, 43, 184).

a) Hübnerit von der Nord Star Mine, Sultan Mountain, Silverton, San Juan County, Colorado. Das Vorkommen von wohlbegrenzten Krystallen dieses Minerals ist von grossem Interesse, da die Krystallform bisher nur von

künstlichen Krystallen bekannt war. Er findet sich in einem Gemenge von Quarz mit Bleiglanz, Pyrit und Tetraëdrit. Drusen desselben findet man ausgekleidet mit Quarz, Krystallen von Hübnerit, Tetraëdrit und zuweilen auch schönem Rhodochrosit. Der Hübnerit bildet meist Gruppen von divergentstrahligen, langprismatischen Krystallen, welche oft mit einer leicht anhaftenden, dünnen Quarzkruste bedeckt sind. Die nach der Entfernung des Quarzes freigelegten Krystalle zeigen zwar glatte und glänzende Prismenflächen, die Endflächen dagegen sind rauh in Folge stärkeren Anhaftens des Quarzes. Auf einem Stücke fand sich eine Druse mit langprismatischen und mit Quarz überkrusteten Krystallen und davon kaum zwei Zoll entfernt eine solche, in welcher sich kurzprismatische, doppelendige Krystalle fanden, welche keine Ueberkrustung zeigten und gemessen werden konnten. Sie messen in der Richtung der $b$-Axe etwa 4 mm und zeigen die Formen $b\{010\}\infty\bar{P}\infty$, $m\{110\}\infty P$, $q\{830\}\infty\bar{P}\frac{8}{3}$, $t\{102\}-\frac{1}{2}\bar{P}\infty$, $f\{011\}\bar{P}\infty$, $\omega\{111\}-P$ (siehe Fig. 4 S. 983 in Dana's System 1892). Zu exacten Messungen waren nur $m$ und $f$ tauglich. $b$ war gestreift, gab aber als Spaltfläche sehr gute Reflexe und liegt genau symmetrisch gegen beide $m$-Flächen. Es wurden daher zu Fundamentalwerthen genommen:

$$m : m = (110):(\bar{1}10) = 100^0\,12'$$
$$f : m = (011):(\bar{1}10) = 65\;\;43$$
$$f : b = (011):(010) = 49\;\;5$$

Aus diesen leitet sich das Axenverhältniss

$$a : b : c = 0,83623 : 1 : 0,86684;$$
$$\beta = 89^0\,22'$$

ab.

Die einzige genaue Messung ausser diesen ist

$$f : m = (011):(110) = 64^0\,32' \text{ gem.}, \quad 64^0\,36' \text{ berechn.}$$

Die Flächen der Prismenzone sind gestreift, besonders $q$. Von den Endflächen spiegelt nur $f$.

Spaltblättchen parallel $b$ zeigen eine Auslöschungsschiefe von 17° von der Verticalaxe im stumpfen Winkel $\beta$, entsprechend der kleinsten Elacticität $\mathfrak{c}$, Austritt der stumpfen Mittellinie. Farbe braun, deutlicher Pleochroismus parallel $\mathfrak{c}$ grün, parallel $\mathfrak{b}$ gelbbraun, aber etwas schwankend im selben Schliff. Vielleicht enthalten dunkler farbige Partien etwas $FeO$, während die helleren dem nahezu reinen $MnWO_4$ entsprechen.

Zur Analyse dienten braunschwarze, strahlige Krystalle vom spec. Gew. 6,713, Pulver hell graubraun; nach Abzug von 3,608 % Quarz ergiebt sich:

| | |
|---|---|
| $WO_3$ | 74,75 |
| $FeO$ | 2,91 |
| $MnO$ | 21,93 |
| $CaO$ | 0,11 |
| $MgO$ | Spur |
| | 99,70 |

b) Hübnerit vom Cement Creek beim Bonita Mountain nächst Silverton, San Juan County, Colorado. Radialstrahlige Massen von 10—50 mm Länge und deutlicher Spaltbarkeit in Begleitung von Pyrit und Quarz. Keine freien Krystalle. Farbe braun mit röthlichem oder gelblichem Ton, in

dünnen Splittern durchsichtig. Das feine Pulver isabellgelb. Spec. Gew. 6,891. Nach Abzug von 2,4 % Quarz:

| | | | Harry F. Keller*): |
|---|---|---|---|
| $WO_3$ | 76,63 | | 76,14 |
| $FeO$ | 1,61 | — 1,63 | 2,11 |
| $MnO$ | 21,78 | | 21,63 |
| $CaO$ | 0,09 | | 0,12 |
| $MgO$ | Spur | | Spur |
| | 100,11 | | 100,00 |
| | | Spec. Gew. = | 6,780 |

c) Hübnerit vom Bonito Mountain bei White Oakes, Lincoln Co., N. M., findet sich in Spalten des Granits. Langprismatische Krystalle, grösstentheils mit drusigem Quarz bedeckt. Die prismatischen Flächen gewöhnlich gestreift, einige Krystalle gaben jedoch vorzügliche Reflexe. In der Prismenzone finden sich $b$, $m$ und vorherrschend das neue $q\{830\}\infty P\frac{8}{3}$ oder $\{310\}\infty P3$, welch' letzteres am Wolframit beobachtet ist. Vier unabhängige gute Messungen gaben $q:b = 72^0\,55'$, $72^0\,46'$, $72^0\,41'$, $72^0\,21'$, im Mittel $72^0\,41'$; für (830):(010) berechnet sich $72^0\,35\frac{1}{2}'$, für (310):(010) dagegen $74^0\,26'$. Als Endflächen erscheinen $t$, oder $t$ und eine Pyramide $\Delta\{112\}$ in der Zone $tb$. Das Doma $t$ ist matt oder uneben und giebt keine guten Bilder. $\Delta$ gab nur schwache Reflexe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $\Delta : b = (112):(010) =$ | $68^0\,51'$ und $69^0\,20'$ | $69^0\,4\frac{1}{2}'$ |
| $\Delta : q = (112):(\bar{8}30) =$ | 118 27 | 108 14 |

Nur in den allerdünnsten Splittern durchsichtig. Farbe eisenschwarz bis braunschwarz. Pulver grünlichgrau. Spec. Gew. 7,163—7,091. Nach Abzug von 0,34 % Quarz:

| | I. Lincoln Co., N. M. (Genth): | | II. Mammouth Distr., Nevada: |
|---|---|---|---|
| $WO_3$ | 76,33 | | 74,88 |
| $FeO$ | 3,82 | — 3,08 | 0,56 |
| $MnO$ | 19,72 | —20,08 | 23,87 |
| $CaO$ | 0,13 | | 0,14 |
| $MgO$ | Spur | $CuO$ | 0,08 |
| | | | 0,08 |
| | 100,00 | | 99,61 |

d) Hübnerit vom Mammouth District, Nye Co., Nevada, die Originalfundstelle von Riotte's Hübnerit. Keine deutlichen Krystalle, nur in Quarz eingewachsene spaltbare Massen. Farbe bräunlichschwarz bis eisenschwarz, Pulver grünlichgrau. Etwas Mangan in höher oxydirtem Zustande vorhanden, da das Mineral beim Behandeln mit $HCl$ etwas Chlor entwickelt. Analyse oben unter II.

2) Hessit von Mexico. Körnige, dunkelbleigraue Massen von der Refugio Mine, San Sebastian District, Staat Jalisco. Das Mineral ist so innig mit Quarz verwachsen, dass es nicht völlig davon befreit werden konnte. Die Zusammensetzung des Gemenges ist:

*) Nach Abzug von 2,13 % Quarz ergiebt Keller's Analyse des Hübnerits vom selben Fundorte (Journ. Franklin Institute, Aug. 1889, 128, 153) obige Zusammensetzung.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 33,33 | | | |
| $Al_2O_3$ | 0,70 | | | |
| $CaO$ | 0,49 | | | |
| $Fe$ | 0,16 | | | |
| $Cu$ | Spur | | | |
| $Pb$ | 1,21 | äquivalent | $Te$ | 0,75 |
| $Ag$ | 39,42 | - | - | 23,38 |
| $Te$ | 25,53 | | | 24,13 |
| $Se$ | Spur | | | |
| | 100,84 | | | |

Dies repräsentirt 62,80 % $Ag_2Te$ und 1,96 % $PbTe$ mit 1 % Tellur, das entweder als metallisches Tellur oder Telluroxyd zugegen sein kann, wovon das letztere wahrscheinlicher ist, da sich einige Tellurit-ähnliche Krusten beobachten liessen.

3) Bismutit. Mit dem bekannten Phenakit von Mount Antero im Chaffee Co., Colorado, finden sich: Quarz, Orthoklas, Muscovit, Hämatit und ein grau- oder gelbgrünes, prismatisch ausgebildetes Wismuthmineral. An einem Krystallfragmente des letzteren von etwas dunkler grüner Farbe wurden dem Wismuthglanz $Bi_2S_3$ nahe kommende Winkel beobachtet, so dass dieser wahrscheinlich die Muttersubstanz bildet. Aggregate von stark gestreiften Krystallen bis 30 mm Länge sind ungünstiger Weise sehr stark verunreinigt durch Salze von *Cu*, *Pb* und *Zn*, eisenhaltigen Thon etc. Der Altersfolge nach sind Quarz, Orthoklas, Glimmer und Hämatit die ältesten, darnach folgt das Wismuthmineral und als jüngstes Glied erscheint der Phenakit. Es war nicht möglich, das Mineral rein zu erhalten, es sind daher in Analyse I. 5,11 %, in II. 4,22 % Verunreinigungen in Abzug gebracht. Spec. Gew. des Analysenmaterials 6,293, des dunkler grünen Krystalles 7,330.

| | I. a. | I. b. Abzüglich der Beimeng. | II. a. | II. b. Abzüglich der Beimeng. |
|---|---|---|---|---|
| Beimengungen | 5,11 | | 4,22 | |
| Glühverlust | 9,18 | — | — | — |
| $H_2O$ | 2,02 | 2,11 | 2,33 | 2,43 |
| $CO_2$ | 7,16 | 7,47 | 6,85 | 7,14 |
| $CuO$ | 0,31 | 0,32 | 0,32 | 0,33 |
| $PbO$ | 4,83 | 5,04 | 4,63 | 4,82 |
| $Bi_2O_3$ | 80,13 | 83,64 | 80,41 | 83,81 |
| $ZnO$ | 0,86 | 0,90 | 0,86 | 0,89 |
| $SO_3$ | 0,50 | 0,52 | 0,56 | 0,58 |
| | 100,92 | 100,00 | 100,18 | 100,00 |

Das Blei dürfte wahrscheinlich als $PbCO_3$ und $PbSO_4$, das *Cu* als Malachit, das *Zn* als $ZnCO_3$ zugegen sein, das Wismuth dagegen als Hydrocarbonat. Eine Formel ist natürlich unmöglich zu berechnen.

4) Natrolith von Magnet Cove, begleitet von Aegirin, Eudialyt, Titanit etc. Grosse, farblose, spaltbare Massen bis zu 50 mm Länge und 6 mm Breite. Die Spaltflächen, obgleich scharf, geben keine guten Reflexe, der Winkel schwankt um 90°. Die Krystalle sind farblos, stellenweise aber opak, diese Stellen wurden als schwach kalkhaltig befunden, während die farblosen davon frei sind. Spec. Gew. 2,243. Die Analyse ergab

| | |
|---|---|
| $H_2O$ | 9,81 |
| $SiO_2$ | 49,97 |
| $Al_2O_3$ | 26,51 |
| $Na_2O$ | 15,98 |
| | 100,27 |

Ref.: F. Grünling.

**40. W. Clarke** (in Washington): **Zur Theorie der Chloritgruppe** (Americ. Journ. Sc. 1892, **43**, 190—200). — Die Abhandlung bildet eine Besprechung der Tschermak'schen Theorie der Chloritgruppe und deren Wahrscheinlichkeit. Der Verf. sucht eine gleichwerthige Theorie an Stelle der Tschermak'schen zu setzen, indessen mit dem Bemerken, dass vom rein experimentellen Standpunkte keine einen Vorzug vor der anderen hat, er beansprucht für seine Theorie nur dieselbe Wahrscheinlichkeit wie für die Tschermak's, führt aber als Vortheil seiner Formeln die grössere Einfachheit derselben an.

Wie bekannt, theilt Tschermak die Chloritmineralien in zwei Gruppen: Orthochlorite und Leptochlorite, und nimmt zu ihrer Erklärung sechs Mischungsglieder an:

| | | |
|---|---|---|
| Serpentin | Sp | $MgSi_2O_7.H_2.(MgOH)_2$ |
| Amesit | At | $Al_2SiO_7.H_2(MgOH)_2$ |
| - erstes Derivat | At' | $Al_2SiO_7.H_3(MgOH)$ |
| - zweites - | At'' | $Al_2SiO_7.H_4$ |
| Striegovit | St | $.SiO_2.Al_2SiO_7.H_2(MgOH)_2$ |
| Chloritoid | Ct. | $Al_2SiO_7.H_2Mg.$ |

Empirisch entsprechen alle Chlorite von ausgeprägtem Charakter Mischungen dieser sechs Moleküle, aber es bleiben noch manche der hierher gehörigen Mineralien, wie z. B. Epichlorit und Stilpnomelan unerklärt.

Die Formeln dieser sechs Moleküle erscheinen zunächst sehr einfach, sind es aber bei näherer Betrachtung nicht. Es repräsentirt nämlich Serpentin ein Salz der Säure $H_6Si_4O_7$, Amesit mit seinen zwei Derivaten und Chloritoid basische Orthosilicate und Striegovit ein Salz der Säure $H_4Si_2O_6$. Tschermak's Theorie involvirt also drei verschiedene Kieselsäuren. Mit Ausnahme des nicht thonerdehaltigen Serpentins enthalten sie alle den Kern

$$\begin{matrix} -O \\ -O \end{matrix} > Si < \begin{matrix} O-Al \\ O-Al \end{matrix} \begin{matrix} -O- \\ > O \\ -O- \end{matrix} ,$$

welcher die Gleichartigkeit der Chlorite bedingen mag.

Der Verf. hat nun bereits früher*) versucht, die complicirteren Silicate als Substitutionsproducte normaler Salze aufzufassen. Es erscheinen so beispielsweise eine Anzahl Silicate leicht und ungezwungen als Abkömmlinge der Verbindung $Al_4(SiO_4)_3$, in welcher das Aluminium successive durch äquivalente Atome oder Atomgruppen ersetzt ist. Wahre Chlorite und Serpentine können dargestellt werden durch den Ausdruck $Mg_2(SiO_4)_2R_4'$, in welchem $R_4'$ entweder $AlH_2O_2$, $MgOH$ oder $H$ unter entsprechender Vertretung von $Al$ und $Mg$ durch $Fe_2O_3$ resp. $FeO$ bedeuten. Diese Moleküle sind aber augenscheinlich Substitutionsproducte des Olivins $Mg_2(SiO_4)_2$. Es wäre dies also zunächst eine Erklärungsweise einiger Chlorite, welche von der von Tschermak gegebenen verschieden wäre.

*) Siehe diese Zeitschr. 1891, **19**, 465.

An der Hand der Tschermak'schen Arbeit und unter Beiziehung der von diesem Forscher benutzten Analysen lassen sich alle Orthochlorite mit Ausnahme von Korundophilit und Amesit auf obige Formel zurückführen. Jeder Orthochlorit kann geschrieben werden als $R_2''(SiO_4)_2R_4'$ mit wechselnden Verhältnissen der unter $R_4'$ zusammengefassten Elemente. Die Formeln des Verfs., obwohl gänzlich verschieden, bilden auf diese Weise mit jenen der Tschermak'schen Orthochlorite eine merkwürdige Parallelreihe, wie das folgende Schema zeigt, in welchem die Gruppen $AlH_2O_2$ in $A$ und $MgOH$ in $M$ abgekürzt sind.

| Tschermak: | | Clarke: |
|---|---|---|
| Pennin | $Sp_3At_2—SpA$ | $Sp_3At_2 = Mg_8(SiO_4)_8.A_4M_5A_7 = nMg_2(SiO_4)_2R_4'$ |
| Klinochlor | $Sp.A —Sp_2At_3$ | $SpAt = Mg_3(SiO_4)_3.A_2M_2H_2 =$ - |
| Prochlorit | $Sp_2At_3—Sp_3At_7$ | $Sp_2At_3 = Mg_7(SiO_4)_7.A_6M_5H_3 =$ - |
| Korundophilit | $Sp_3At_7-Sp-At_4$ | $Sp_3At_7 = Mg_{13}(SiO_4)_{13}A_{14}M_{10}H_2 =$ - |
| | | $SpAt_4$ = nur angenähert |

Für den Korundophilit stimmt Tschermak's Formel besser mit den Analysen als jene des Verfs.

Im Allgemeinen können die Orthochlorite einstweilen betrachtet werden als Mischungen der drei typischen Salze $Mg_2(SiO_4)_2A_4$, $Mg_2(SiO_4)_2M_4$ u. $Mg_2(SiO_4)_2H_4$. Die Existenz dieser Verbindungen in der Natur ist noch eine offene Frage, zu jeder aber existiren Annäherungen. Ekmannit ist beispielsweise nahezu $Fe_2(SiO_4)_2H_4$. Noch wahrscheinlicher ist indessen, dass die eigentlichen Chlorite Gemische von intermediären Salzen sind. Einige Pennine z. B. nähern sich der Zusammensetzung $Mg_2(SiO_4)_2AMH_2$ und andere ähnliche Substanzen fallen unter die Mineralien, welche Tschermak zu den Leptochloriten rechnet. Diese letzteren theilt Tschermak in drei Untergruppen:

| | | |
|---|---|---|
| I. | Daphnit | $At_6At_5'Sp$, |
| | Chamosit | $At_3At_3'Sp$. |
| II. | Metachlorit | $At_6St_2Sp_3$, |
| | Klementit | $At_4St_2Sp$, |
| | Cronstedtit | $AtSt$, |
| | Thuringit. | $AtSt$, |
| | Euralit | $At_3St_4$, |
| | Striegovit | $St$. |
| III. | Diabantit | $Ct_4Sp_7$, |
| | Aphrosiderit | $Ct_6At_6Sp_4 — Ct_3At_6Sp_4$, |
| | Delessit | $Ct_2At_2Sp_5 — CtSp$, |
| | Rumpfit | $Ct_4At_4''Sp$. |

Epichlorit, Grengesit, Melanolit etc. betrachtet er als Chlorite, welche aber noch nicht hinlänglich bekannt sind. Delessit von Friedrichroda stellt er vorläufig in die erste Abtheilung. Benutzt man die von Tschermak citirten Analysen und reducirt dieselben zunächst auf denselben Typus der Substitutionsformel der Orthochlorite, so erhält man zunächst folgende Ausdrücke aus den analytischen Daten:

| | |
|---|---|
| Daphnit | $Fe_{39}''(SiO_4)_{40}.H_{15}A_{44}M_{22}$ |
| Chamoisit | $Fe_{42}''(SiO_4)_{43}.H_{29}A_3M_{28}$ |
| Delessit | $Mg_{49}(SiO_4)_{50}.H_{38}A_{40}M_{22}$ |
| Thuringit | $Fe_{42}''(SiO_4)_{39}.H_{11}A_{49}M_{15}$ |
| | $Fe_{44}''(SiO_4)_{40}.H_{12}A_{50}M_{11}$. |

Diese Werthe stimmen ziemlich gut mit der Theorie, noch besser aber, wenn man zur Rechnung folgende Formeln benutzt:

| | |
|---|---|
| Daphnit | $Fe_2(SiO_4)_2A_2(FeOH)_1H_1$, |
| Chamosit | - |
| Delessit (Friedrichroda) | $1 Fe(SiO_4)_2A_4(FeOH)_1H_1$<br>$3 Mg_2(SiO_4)_2A_2M_1H_1$<br>$1 Fe_2(SiO_4)_2H_4$ |
| Thuringit | $3 Fe_2(SiO_4)_2A_2(FeOH)_1H_1$<br>$1 Fe_2(SiO_4)_2A_4$. |

Der Thuringit vom Lake Superior könnte noch hinzugefügt werden, ihm würde die Formel $5Fe_2(SiO_4)_2(FeOH)_4 + 9Fe_2(SiO_4)_2A_4$ zukommen.

Diese Chlorite sind also augenscheinliche Verbindungen vom selben Typus wie die Orthochlorite.

Um die übrigen Leptochlorite zu erklären geht der Verf. wieder von dem normalen Orthosalz aus und erhält durch Substitution

| | |
|---|---|
| Olivin | $Mg_4(SiO_4)_2$ |
| | $Mg_3(SiO_4)_2R_2'$ |
| Orthochlorite | $Mg_2(SiO_4)_2R_4'$ |
| | $Mg\ (SiO_4)_2R_6'$. |

Das erste Derivat, ein intermediäres zwischen den Orthochloriten und dem Olivin, giebt den Schlüssel für die meisten Leptochlorite, man erhält:

| | |
|---|---|
| Metachlorit | $Fe_{45}''(SiO_4)_{40}H_{12}A_{41}M_{20}$ |
| Euralit | $Mg_{65}\ (SiO_4)_{56}H_{59}A_{32}M_4$ |
| Diabantit | $Mg_{69}\ (SiO_4)_{56}H_{53}A_{25}M_9$ |
| Klementit | $Mg_{61}\ (SiO_4)_{48}H_7A_{56}M_7$ |
| Delessit | $Mg_{75}\ (SiO_4)_{57}H_{39}A_{38}M_1 + 34$ aq |
| Cronstedtit | $Fe_{49}\ (SiO_4)_{35}A_{44}$ nahezu |
| Aphrosiderit | $Fe_{54}\ (SiO_4)_{41}H_3H_3M_8A_{44}$. |

Der Metachlorit am einen Ende entspricht beinahe den Orthochloriten, während der Aphrosiderit sich der Zusammensetzung $Fe_3(SiO_4)_2A_4$ nähert, die übrigen fallen zwischen diese Extreme. Auf allgemeine Form reducirt werden diese Ausdrücke:

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Metachlorit | $4R_2''(SiO_4)_2R_4'$ | | $+ 1R_3''(SiO_4)_2A_2$ | |
| Euralit | 7 | - | + 3 | - |
| Diabantit | 4 | - | + 3 | - |
| Klementit | 1 | - | + 1 | - |
| Delessit | 1 | - | + 2 | - |
| Cronstedtit | 1 | - | + 4 | - |
| Aphrosiderit | 0 | - | + 1 | - |

Der Werth von $R_2'$ in dem zweiten Ausdrucke ist constant, wir haben entweder $AlH_2O_2$ oder das entsprechende Eisenradical, dagegen ist der Werth des ersten Ausdruckes etwas verschieden. Im Metachlorit, Daphnit und Chamosit ist $R_4' = A_2MH$, im Cronstedtit $= A_4$, im Delessit $= H_4$. Im Klementit wird $R_4' = A_3M$, im Diabantit $3R_4' = M_4H_8$ und im Euralit $7R_4' = A_{22}H_6$. Solche Verhältnisse sind indessen schwierig zu fixiren, wegen der Unsicherheit in der Wasserbestimmung.

Berechnet man aus den nachstehenden Formeln die theoretischen Werthe und vergleicht dieselben mit den reducirten Analysen, aus welchen die Ausdrücke hergeleitet wurden, so ergiebt sich eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen Theorie und Erfahrung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Metachlorit | $4Fe_2(SiO_4)_2A_2(FeOH)H$ | + | $Fe_3(SiO_4)_2A_2$ |
| Euralit | $7Mg_2(SiO_4)_2R_4'$ | + | $3Mg_3(SiO_4)_2A_2$ |
| Diabantit | $4Mg_2(SiO_4)_2R_4'$ | + | $3Fe_2(SiO_4)_2A_2$ |
| Klementit | $Mg_2(SiO_4)_2A_3M$ | + | $Mg_3(SiO_4)_2A_2$ |
| Delessit | $Mg_2(SiO_4)_2H_4$ | + | $2Mg_3(SiO_4)_2A_2 \;.\; 2$ aq |
| Cronstedtit | $Fe_2(SiO_4)_2(Fe'''H_2O_2)_4$ | + | $4Fe_3(SiO_4)_2(Fe'''H_2O_2)_2$ |
| Aphrosiderit | | | $Fe_3(SiO_4)_2A_2$. |

Es bleiben nun von allen typischen Chloriten Tschermak's nur noch Striegovit, Rumpfit, Amesit und theilweise Korundophilit übrig. Striegovit scheint die allgemeine Formel $H_4Fe_2''Al_2Si_2O_4$ zu haben, welche auch $Fe_2(SiO_4)_2 . H(AlH_2O_2)(AlOH)$ geschrieben werden kann, entsprechend dem Orthochlorittypus mit der zweiwerthigen Gruppe $AlOH$ an Stelle von $R_2'$. Im Rumpfit, von der empirischen Zusammensetzung $H_{28}Mg_7Al_{16}Si_{10}O_{65}$, erscheint dieselbe Gruppe $AlOH$, sowie ein Molekül des letzten Derivates aus dem Olivin $Mg(SiO_4)_2R_6'$. Der Rumpfit nähert sich ziemlich vollkommen der Zusammensetzung $Mg_2(SiO_4)_2A_2H_2 + 2Mg(SiO_4)_2A_2(AlOH)_2$. Bei Tschermak erscheint in der Constitution des Rumpfits das Molekül $Al''$, welches in keinem seiner anderen Chlorite sonst erscheint. Dies Mineral nimmt sowohl in Tschermak's wie in des Verf. Schema eine Sonderstellung ein und bedarf weiterer Untersuchung.

Der Amesit ist das basischste Glied der Chlorite, seine Formel nach Tschermak ist $Al_2SiO_7, H_2(MgOH)_2$, welches das Aequivalent seiner Serpentinmolekel ist, mit $Al_2$ an Stelle von $MgSi$. Mangels experimentellen Beweises kann man dem Amesit aber auch folgende Structur zuerkennen $O{<}{}^{Mg}_{Mg}{>}SiO^4 = (AlH_2O_2)_2$, wodurch er eine ähnliche Beziehung zu den Chloriten erhält wie die Clintonite zu den Glimmern. Bei dieser Annahme bilden die Glimmer und Chlorite, wie der Verf. früher*) bereits bemerkte, zwei parallele Reihen wie folgt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Normale Silicate | $Al_4(SiO_4)_3$ | | $Mg_4(SiO_4)_2$ |
| woraus abgeleitet | Glimmer | | Chlorite |
| Muscovit | $Al_3(SiO_4)_3R_3$ | Aphrosiderit | $Mg_3(SiO_4)_2R_2$ |
| Norm. Biotit | $Al_2(SiO_4)_3R_6$ | Orthochlorite | $Mg_2(SiO_4)_2R_4$ |
| Norm. Phlogopit | $Al_2(SiO_4)_3R_9$ | | $Mg(SiO_4)_2R_6$ |
| Clintonit | $Al{<}{}^{O}_{O}{>}R''$, $\searrow SiO_4 \equiv R_3$ | Amesit | $O{<}{}^{Mg}_{Mg}{>}SiO_4 = R_2$ |

Wird Serpentin $Mg_2(SiO_4)_2H_3(MgOH)$ und Amesit wie oben geschrieben, so ist die Theorie der Substitution befriedigt, die Orthochlorite können zwischen die beiden Endglieder als intermediäre Verbindungen eingeschaltet werden. Die Leptochlorite sind aber dann weniger leicht einzureihen, und der leichte Gewinn durch die scheinbare Einfachheit in der Orthoserie geht anderswo verloren. Korundophilit scheint eine Mischung zu sein, welche Amesit-Moleküle enthält.

*) Diese Zeitschr. 1891, **19**, 465.

und die dem letzteren Mineral zugeschriebene Formel erhält in gewissem Grade eine Stütze darin, dass beide Mineralien innig gemengt mit Diaspor vorkommen.

Am Schlusse seiner Discussion der Leptochlorite scheidet Tschermak eine Anzahl Mineralien von zweifelhaftem Charakter aus, so Grengesit, Hullit, Melanolit und Stilpnomelan, dem er noch den Epichlorit hinzufügt. Alle diese Mineralien zusammen mit Epiphanit und möglicherweise auch Striegovit können auf eine typische Form gebracht werden bei der Annahme von $Si_3O_8$. Für Grengesit und Hullit sind die Analysen nicht ausreichend, für die übrigen ergäbe sich:

| | |
|---|---|
| Stilpnomelan | $4Fe_2(Si_3O_8)_2(FeH_2O_2)_2H_2 + 3Fe_2(SiO_4)_2(FeH_2O_2)_2H_2$ |
| Melanolit | $1Fe_2(Si_3O_8)_2(FeH_2O_2)_2H_2 + 3Fe_2(SiO_4)_2(FeH_2O_2)_2H_2$ |
| Epichlorit | $1Mg_2(SiO_4)_2H_4 + 1Mg_2(Si_3O_8)_2H_4 + 3Mg_3(SiO_4)_2(AlH_2O_2)_2$ |
| Striegovit | $3Fe_2(SiO_4)_2(AlH_2O_2)_3H + 3Fe_3(SiO_4)_2(AlH_2O_2)_2 +$ $1Fe_2(Si_3O_8)_2(AlH_2O_2)_2$ |
| Epiphanit | $Mg_3(Si_3O_8)_2(AlH_2O_2)_2 + 3Mg_3(SiO_4)_2(AlH_2O_2)_2$. |

Stilpnomelan und Melanolit haben orthochloritischen Typus, Epiphanit ist äquivalent dem Aphrosiderit, die übrigen sind intermediär wie die meisten Leptochlorite.

Zwischen beiden Theorien, welche die vorhandenen Thatsachen genügend umfassen, hat das Experiment den Schlussentscheid zu fällen.

Ref.: F. Grünling.

**41. G. Merrill** und **R. L. Packard** (in Washington): **Ueber ein azurblaues Pyroxengestein von der Middle Gila, New Mexico** (Americ. Journ. Sc. 1892, **43**, 279). — Ein feinkörniges Gestein von einer prächtigen, hell azurblauen Farbe findet sich am Gila River, ungefähr vierzig Meilen westlich von Silver City. Es bildet Knauern in einem serpentinführenden Kalkstein.

Im Dünnschliffe besteht dasselbe aus kurzen, dicken Pyroxenkryställchen mit Calcit als Zwischenmasse. Die Krystallkörner sind von wechselnder Grösse bis etwa 1 mm Länge. Die blaue Farbe ist im Dünnschliffe fast ganz verschwunden. Mit Salzsäure isolirtes Material ergab: $SiO_2$ 54,30, $MgO$ 18,33, $FeO$ 1,11, $CaO$ 25,00 = 98,74. Dies führt auf die Formel $CaMgSi_2O_6$, entsprechend dem Malakolith. Die blaue Farbe scheint einzig vom Eisenoxydul bedingt zu sein.

Ref.: F. Grünling.

**42. G. F. Kunz** (in New York): **Notizen über Brookit, Anatas, Quarz und Rubin** (Ebenda, 329). — In einem Gange, der erfüllt ist von Quarz und einer rothen Erde nebst Sand, bei Placerville im Eldorado County in Californien, finden sich zahlreiche Quarzkrystalle in allen Grössen, oft bis zu 90 Pfund Gewicht. Manche derselben sind ganz durchsichtig und ohne Fehler, andere zeigen schichtenförmig eingeschlossene Chloritabsätze von 3—5 mm Dicke, während wieder andere in ihrem Inneren Gruppen von gelblichen bis bräunlichen Krystalldrusen, anscheinend Dolomit oder Siderit bergen, welche aus zahlreichen gekrümmten, 2—4 mm grossen Rhomboëdern zu bestehen scheinen. Beim Durchschlagen erweisen sich die Drusen aber als leere Hohlräume, welche nur mit einer Chalcedonhaut oder einer braunen kieseligen Materie erfüllt sind.

An demselben Fundorte finden sich sowohl lose als auch auf Quarz aufgewachsene Krystalle von Anatas und Brookit.

Der Anatas ist von brauner bis tief dunkelblauer Farbe und zeigt einzig die primäre Pyramide. Die Brookitkrystalle sind tafelig, etwa 2 mm breit und etwa ein Viertel Millimeter dick. Farbe gelblich bis bräunlich und frei von Einschlüssen, ähnlich den Maderaner Krystallen. Die Formen sind, nach Penfield's Bestimmung: {100}, {001}, {210}, {110}, {021}, {102}, {104}, {122}, {134}, {234}. Pleochroismus deutlich. An den Stücken finden sich auch kleine spargelgrüne Epidote.

In den Edelsteingruben Burmas am Moguk bei Mandelay fanden sich grosse Rubinkrystalle von 300—2000 Karat Gewicht, waren aber nur stellenweise durchsichtig. Sie zeigen nur Prisma und Basis.

Ref.: F. Grünling.

**43. F. W. Clarke** und **E. A. Schneider** (in Washington): **Untersuchungen über die Constitution gewisser Glimmer und Chlorite** (Americ. Journ. Sc. 1892, 43, 378). — Anschliessend an ihre frühere Arbeit über diesen Gegenstand haben die Verf. einige Glimmer untersucht, von welchen sie früher nicht hinlänglich reines Material in Händen hatten. Herr Lösch in St. Petersburg hat diesem Mangel abgeholfen und den Verf. aus der Sammlung der dortigen Bergakademie sorgfältig ausgesuchtes und völlig tadelloses Material von nachstehenden Materialien zur Verfügung gestellt.

A. Xanthophyllit (Waluewit) aus der Nikolai-Maximilianowskischen Grube im District Slatoúst.

B. Klinochlor vom selbigen Fundorte. Grün, grossblätterig, völlig jenem von Westchester gleichend.

C. Leuchtenbergit von Slatoúst.

D. Diallag-Serpentin von der Poldnewaja, District Syssert.

E. Weisser Glimmer von Miask.

| | A. | B. | C. | D. | E. |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 16,85 | 30,84 | 30,00 | 42,55 | 44,17 |
| $TiO_2$ | Spur | — | — | — | — |
| $Al_2O_3$ | 42,33 | 18,31 | 20,43 | 1,25 | 37,35 |
| $Fe_2O_3$ | 2,35 | 1,94 | 1,68 | 1,56 | 1,29 |
| $FeO$ | 0,20 | 1,08 | 0,14 | 1,52 | 0,20 |
| $MnO$ | — | — | — | — | 0,10 |
| $CaO$ | 13,30 | — | 0,21 | — | — |
| $MgO$ | 20,77 | 34,38 | 34,26 | 40,05 | — |
| $K_2O$ | — | — | — | — | 10,00 |
| $Na_2O$ | — | — | — | — | 1,14 |
| Chromit | — | — | — | 0,37 | — |
| $F$ | — | — | — | — | 0,90 |
| $H_2O$, 105° | 0,04 | 0,55 | 0,55 | 0,21 | 1,06 |
| - 250°—300° | 0,12 | 0,49 | 0,35 | 0,11 | 0,53 |
| Glühverlust | 4,44 | 12,84 | 12,85 | 12,15 | 4,14 |
| | 100,40 | 100,43 | 100,47 | 99,77 | 100,88 |
| Ab $O = F$ | — | — | — | — | 0,37 |
| | | | | | 100,51 |

Daraus berechnen sich folgende empirische Formeln, in welchen $R''' = Al$, $R'' = Mg$ etc. bedeutet:

| | |
|---|---|
| Waluewit | $Al_{86}Mg_{76}H_{50}(SiO_4)_{28}O_{174}$ |
| Klinochlor | $Al_{38}Mg_{87}H_{143}(SiO_4)_{52}O_{113}$ |
| Leuchtenbergit | $Al_{42}Mg_{86}H_{143}(SiO_4)_{50}O_{121}$ |
| Serpentin | $Al_4Mg_{102}H_{135}(SiO_4)_{71}O_{35}$ |
| Glimmer | $Al_{75}K_{25}H_{46}(SiO_4)_{74}O_9F_5$ . |

Das letzte dieser Mineralien ist offenbar ein gewöhnlicher Muscovit, welcher schon ein klein wenig zersetzt ist; er wird in Folgendem nicht weiter beachtet.

Die Verff. unterwarfen diese Glimmer der Behandlung mit trockenem Salzsäuregas, sowohl nach der früher von ihnen angegebenen Methode, als auch nach einem neuen Verfahren, das auf der Spaltung des Salmiaks bei höherer Temperatur in Chlorwasserstoff und Ammoniak begründet ist. Die hierbei erhaltenen Resultate sind aber derart schwankend, dass die Verff. nun selbst bemerken, dass die Versuche nur qualitativen Werth hätten, indem sie wohl erlaubten zu constatiren, ob die Gruppe $MgOH$ vorhanden ist, aber nicht deren Quantität.

In concentrirter Salzsäure werden die Chlorite und der Serpentin zersetzt, bei vorhergegangenem Glühen sondern sie sich aber in einen löslichen und unlöslichen Theil. Beim Serpentin wird wie Daubrée gezeigt hat, Olivin und Enstatit gebildet. Der unlösliche Theil des Waluewit, Klinochlor, Leuchtenbergit ist aber nach den Versuchen der Verff. als Spinell aufzufassen. Die drei untersuchten Chlorite bilden nun typische Glieder der Tschermak'schen Orthochloritreihe, stellen also darnach Mischungen von Serpentin mit Amesit dar. Sie sollten demgemäss beim Glühen Enstatit liefern, da dies aber nicht der Fall ist, vielmehr Spinell entsteht, so wird dies zu Ungunsten der Tschermak'schen Theorie gedeutet. Der lösliche Theil der genannten Mineralien bestände alsdann aus einem Gemische von Olivin und Magnesiagranat, zwei Substanzen, welche ja bekanntlich sehr gewöhnliche Muttersubstanzen der Chloritmineralien sind.

Die Analysen des Leuchtenbergit und Klinochlor, sowie des früher untersuchten Ripidolith von Chester, Pa., führen auf die Formeln:

| | |
|---|---|
| Klinochlor | $Mg_{50}(SiO_4)_{52}(AlH_2O_2)_{38}(MgOH)_{37}H_{30} = Mg_{50}(SiO_4)_{52}R_{105}'$ |
| Leuchtenbergit | $Mg_{49}(SiO_4)_{50}(AlH_2O_2)_{42}(MgOH)_{37}H_{22} = Mg_{49}(SiO_4)_{50}R_{101}'$ |
| Ripidolith | $Mg_{49}(SiO_4)_{50}(AlH_2O_2)_{38}(MgOH)_{37}H_{27} = Mg_{49}(SiO_4)_{50}R_{102}'$. |

Diese sind alle drei auf den Ausdruck $Mg_2(SiO_4)_2R_2'$ zurückführbar und als Substitutionsproducte des normalen Salzes $Mg(SiO_4)_2$ aufzufassen.

Die Analyse des Waluewit führt auf die Formel $Al_{86}Ca_{24}Mg_{52}H_{50}(SiO_4)_{28}O_{174}$. Um eine Constitutionsformel für dieses basischste Glied der Clintonitgruppe zu erhalten, nimmt der Verf. in der allgemeinen Formel des Clintonit $(AlO_2R'')$. $SiO_4.R_3'$ an, dass für $R'$ die einwerthige Gruppe $AlO_2R''$ eintrete, das extremste Glied der Clintonitreihe also die Zusammensetzung $(AlO_2R''.)_4SiO_4$ zeige. Ein so zusammengesetztes Molekül kann theoretisch in Olivin und Spinell zerfallen:

$$(AlO_2R'')_4SiO_4 = R_2''SiO_2 + 2R''Al_2O_4.$$

Beim Xanthophyllit müsste ein Theil des Olivin als Monticellit erscheinen, wie denn auch am Monzoni Monticellit und Brandisit, ein Glied der Clintonitreihe, in Gesellschaft von Spinell auftreten. Er schreibt demnach die Formel des Waluewit $5(AlO_2.Ca).SiO_4.(H_2.AlH_2O_2) + 5(AlO_2Mg).SiO_4.(AlO_2Mg)_3 + 1(AlO_2Ca).SiO_4.(AlO_2Ca)_3$. In ähnlicher Weise könnte der Clintonit geschrieben werden als: $AlO_2R''.SiO_4.H_3 + (AlO_2R'')_4.SiO_4$. Brandisit wäre vom selben allgemeinen Charakter, nur mit einer kleinen Beimischung des ersten der oben gegebenen

drei Xanthophyllitmoleküle; ob Chloritoid ein wirkliches Glied dieser Gruppe, ist nicht ganz sicher.

Die Gruppe $AlO_2R''$ kann als $-Al<{}^{O}_{O}>R''$ oder als $-R''-O-Al=O$ geschrieben werden, ersteres entspräche der Gruppe $-Al(OH)_2$, letzteres der gewöhnlichen Spinellformel $Mg<{}^{O-Al=O}_{O-Al=O}$. In beiden Fällen wird aus zwei $AlO_2R''$ ein Molekül Spinell gebildet, was besonders hervortritt nach der zweiten Schreibweise:

$$Si\begin{cases} O\,Mg-O-AlO \\ O\,Mg-O-AlO \\ O\,Mg-O-AlO \\ O\,Mg-O-AlO \end{cases} \qquad Si\begin{cases} {}^{O}_{O}>Mg \\ {}^{O}_{O}>Mg \end{cases} \qquad \begin{matrix} Mg<{}^{O-Al=O}_{O-Al=O} \\ Mg<{}^{O-Al=O}_{O-Al=O} \end{matrix}$$

Adoptiren wir dagegen den ersteren Ausdruck für $-AlO_2R''$, so könnte die Formel des Spinell $Mg<{}^{O}_{O}>Al-O-Al=O$ geschrieben werden.

Ref.: F. Grünling.

**44. W. S. Yeates** (in Washington): **Plattnerit und sein Vorkommen bei Mullan, Idaho,** mit krystallographischen Notizen von E. F. Ayres (Amer. Journ. Sci. 1892, **43**, 407). — Dies bislang nur sehr spärlich und unvollkommen bekannt gewesene Mineral wurde im Jahre 1889 auf einem Schachte in der »As You like«-Mine in Idaho aufgefunden, die damals bekannt gewordenen kurzen Mittheilungen und Analysen finden sich in dieser Zeitschrift **19**, 636 referirt.

Der Plattnerit fand sich nur auf einer ganz kleinen Strecke, in Begleitung von Limonit und weissem Pyromorphit, in rundlichen und traubigen Massen. Die Knollen sind äusserlich rothbraun von Limonit, im Inneren dagegen metallisch schwarz, stark diamantglänzend, mit der Zeit aber anlaufend. Das Gefüge ist ziemlich dicht, kryptokrystallinisch, einzelne Knollen sind mit Pyromorphitkryställchen durchspickt. Strich kastanienbraun, Härte 5,5, spec. Gew. 8,56. undurchsichtig, spröde. Schmilzt in der Oxydationsflamme unter Decrepitiren bei 1. Er ist leicht löslich in kalter Salzsäure unter Entwickelung von Chlor.

Ein anscheinend sehr reines Fragment lieferte bei der Analyse:

| | |
|---|---|
| Blei | 83,20 |
| Silber | Spur |
| Kupfer | 0,14 |
| *Fe,Al* | 1,20 |
| Sauerstoff | 12,93 |
| Unlöslich | 0,82 |
| | 98,29 |

Die Verunreinigungen abgezogen ergiebt dies: Blei 86,55 und Sauerstoff 13,45. *Ca* und *Mg* ergaben sich ebenfalls in merkbaren Mengen, wurden aber nicht näher bestimmt.

Wie schon erwähnt, sind manche Knollen mit Pyromorphitkryställchen durchspickt, welche ihrerseits wieder mit einer feinen Haut von Plattnerit überzogen sind; im Dünnschliff liess sich kein Anhaltspunkt gewinnen, ob vielleicht der Plattnerit aus dem Pyromorphit entstanden sei. Ein ziemlich grosser Knauer

von Plattnerit enthielt scharfe Quarz-Fragmente, gleichsam eine Breccie mit Plattnerit als Cement bildend. Einige Exemplare waren deutlich faserig, vom dichten schwarzen, krypto-krystallinischen Material ausgehend und in kleine mit Ocker gefüllte Hohlräume verlaufend, wo die Fasern in winzige schwarze Kryställchen auslaufen, welche theilweise in den Ocker hineinragen. Diese Fasern erwiesen sich ebenfalls als Plattnerit. Der Verf. war so glücklich, eine kleine Druse zu entdecken, welche zwar sehr dünne, aber wohl ausgeprägte Krystalle enthielt, welche gewissen cornischen Zinnerzkrystallen glichen. Auch diese wurden als Plattnerit erkannt. Herr Ayres hat sich der Aufgabe unterzogen, diese Krystalle zu entziffern; aus seinen Angaben ist zu entnehmen:

Die äusserst winzigen Kryställchen sehen aus wie Zinnerz und sind in der That isomorph mit Rutil, Zinnerz und Polianit. Die Farbe der Krystalle ist rein schwarz und die Flächen sind glatt, spiegelnd und diamantglänzend. Da die Kryställchen sehr spröde sind, konnte keinerlei Spaltbarkeit wahrgenommen werden. Die häufigste Ausbildung ist die eines Prismas {100} mit gleichgestellter Pyramide {301} (siehe die Abbildungen in Dana's System, Seite 240), zu welcher dann noch eine weitere Pyramide gleicher Ordnung {101} und die Basis tritt. Als Seltenheit wurde auch eine verwendete Pyramide {332} als Abstumpfung der Kanten {301} beobachtet. Die Krystalle zeigen also $a\{100\}$, $v\{301\}$ vorherrschend und $c\{001\}$, $e\{101\}$, $x\{332\}$ untergeordnet.

Die Prismenflächen, obgleich glänzend, sind nicht zur genauen Messung tauglich, da sie gestreift und gerundet sind. Dagegen war {301} sehr glänzend und mit relativ grossen Flächen vorhanden, auch für {101} trifft dies zu, nur war ihre Ausdehnung geringer. Die Basis ist rauh.

Die Messung dieser kleinen Krystallindividuen war schwierig auszuführen und die Lichtbildchen wegen der Winzigkeit der Flächenelemente an der Grenze des Beobachtbaren. Der Winkel zwischen (301) und ($\bar{3}01$) gab die besten Werthe und aus dem Mittel seiner Messungen 127° 32′ ist das Axenverhältniss hergeleitet $a : c = 1 : 0,67643$. Die gemessenen und berechneten Winkel für die Formen {301} und {101} sind:

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| (301):($\bar{3}01$) = | *127° 32′ | 127° 32′ |
| (301):(100) = | 26 14 | 24 30 |
| (301):(101) = | 29 41 28″ | 28 1 |
| (101):(100) = | 55 55 28 | 54 39 30″ |
| (101):(001) = | 34 4 32 | 35 20 30 |

Rutil hat das Axenverhältniss $a : c = 1 : 0,64415$; obgleich der Habitus der Krystalle insofern abweicht von jenem der Glieder dieser Gruppe, als das Prisma $a$ allein zugegen ist, so ist doch bemerkenswerth, dass die hier vorherrschende Pyramide $v\{301\}$ beim Rutil Zwillingsfläche ist.

Ref.: F. Grünling.

**45. W. H. Melville** (in Washington): **Josephinit, ein neues Nickeleisen** (Amer. Journ. Sci. 1892, **43**, 509). — Das Erz findet sich in Form von länglichrunden Geschieben in einer Kiesschicht eines Flusses im Josephina und Jackson County in Oregon. Diese Geschiebe, welche stark magnetisch sind, zeigen glatte Oberfläche und eine im Allgemeinen grünschwarze Farbe, welche stellenweise durch grauweisse Partien der Nickeleisenlegirung unterbrochen ist. Die grünschwarze Hauptmasse scheint Serpentin zu sein, in einigen Geschieben fand sich

indessen auch ein Silicat von der Härte 5—6, das dicht und von lichtbrauner Farbe, an oberflächlich zersetzten Stellen aber durch Eisenoxyd röthlich gefärbt ist. Der Bruch der metallischen Antheile ist körnig, hämmer- und schneidbar. Härte etwa 5. Einige dieser Geschieben wogen über hundert Pfund. Zum Zweck der Analyse wurden die metallischen Bestandtheile durch wiederholtes Ausziehen mit dem Magneten und Decantiren der leichteren Bestandtheile von den steinigen getrennt.

Die mittlere Zusammensetzung dieser Geschiebe ist:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Nickel, frei | 60,45 | Nickel, verbunden | 0,25 |
| Kobalt | 0,55 | | |
| Eisen, frei | 23,22 | Eisen verbunden | 1,79 |
| Pyrrhotin | 0,55 | Schwefel | 0,22 |
| Chromit, Magnetit | 0,12 | Chrom | 0,04 |
| Kupfer | 0,50 | | |
| Arsenik | 0,23 | | |
| Chlor | 0,04 | | |
| Silicat (wasserfrei) | 12,26 | | |
| $H_2O$ unter 100° | 0,81 | | |
| $H_2O$ über 100° | 1,12 | | |
| $CO_2$ | Spur | | |
| Flüchtige Substanz | 0,70 | | |
| | 100,55 | | |

Der begleitenden Silicate giebt es zwei, ein in Salzsäure lösliches, das als Serpentin bestimmt wird und ein unlösliches, welches als unreiner Bronzit gedeutet wird. Die Analyse der Silicate ergab folgende Werthe:

| | Gesammtsilicat: | Unlöslich: | in % | Löslicher Antheil: | in % |
|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 5,14 | 0,23 | 45,65 | 4,91 | 38,23 |
| $Al_2O_3$ | 0,33 | 0,03 | 6,58 | 0,30 | 2,34 |
| $Fe_2O_3$ | 2,08 | 0,04 | 8,77 | 2,04 | 15,88 |
| $(Ni, Co)O$ | 0,32 | Spur | unbest. | 0,32 | 2,49 |
| $CaO$ | 1,62 | 0,06 | 11,03 | 1,56 | 12,14 |
| $MgO$ | 2,69 | 0,14 | 28,01 | 2,55 | 19,85 |
| $Na_2O$ | 0,08 | — | — | 0,08 | 0,35 |
| $H_2O$ über 100° | 1,12 | — | — | 1,12 | 8,72 |
| | 13,38 | 0,50 | 100,02 | 12,88 | 100,00 |

Das Nickeleisen hat die Zusammensetzung:

| | I. | II. | Atomverhältniss: |
|---|---|---|---|
| *Fe* | 23,36 | 23,09 | 0,41 |
| *Ni* | 60,47 | 60,43 | 1,03 |

Diese Werthe führen auf die Formel $Fe_2Ni_5$; ähnliche Legirungen wären Catarinit $Fe_2Ni$, Octibbehit $Fe_2Ni_3$, Awaruit $2(FeNi_2).Fe_2Ni_4$. Phosphor (Schreibersit) findet sich in diesen Geschieben nicht. Das Vorkommen gleicht dem des Awaruit, mit der Ausnahme, dass sich in den Josephinit-führenden Sanden kein Platin und Zinnerz findet. Der Name ist nach dem County gewählt.

Ref.: F. Grünling.

**46. S. L. Penfield** und **St. H. Pearce** (in New Haven): **Ueber Polybasit und Tennantit von der Mollie Gibson Mine in Aspen, Colorado** (Americ. Journ. Sci. 1892, 44, 15). — Die Mollie Gibson Mine, zur Zeit eine der reichsten Silbergruben, hat eine Erzführung bestehend aus Polybasit, Tennantit, gediegen Silber, Silberglanz, Bleiglanz, Siderit, Baryt und Kalkspath.

Polybasit ist das Haupterz der Grube, das in grossen Mengen in derben, stahlgrauen Massen vorkommt. Mit ihm vergesellschaftet findet sich ein rosenrother Baryt, ebenfalls in reichlicher Menge, der mit Polybasit durchwachsen ist. Auch tritt das Erz in Streifen und eingesprengt im Schiefer und im Kalkstein an den Säumen des Erzlagers auf und einige solche kohlige Streifen über dem Schiefer sind ganz besonders silberreich.

Der Polybasit ist indessen nicht das reine Erz, als welches er auf den ersten Blick erscheint, denn die Analysen zeigen grosse Schwankungen im Bleigehalt. Es wurde deswegen ein Theil des Bleies in der nachstehenden Analyse als Bleiglanz in Abzug gebracht, obwohl solcher in dem analysirten Materiale nicht sichtbar war. Die übrigen Verunreinigungen bestehen in Eisen- und Mangancarbonat.

An manchen Stücken ist ein feinkörniger, krystallinischer *Mn* und *Zn* enthaltender Siderit über tafeligen Polybasitkrystallen abgesetzt, welcher aber so fest haftet, dass der Polybasit nicht isolirt werden kann. Auch finden sich Polybasitkrystalle, welche erst von Siderit umrandet, auf den eine schmale Schicht eines metallischen Minerals und darüber wieder Siderit folgt. Die Analyse ergab:

Derbes Mineral. Analyse von S. H. Pearce. Spec. Gew. von drei Proben 6,06, 5,92 und 6,10.

| | I. | II. | Mittel: | |
|---|---|---|---|---|
| S | 15,77 | 15,88 | 15,83 | |
| *As* | 4,48 | 4,46 | 4,47 | |
| *Sb* | 0,13 | — | 0,13 | |
| *Ag* | 42,52 | 42,45 | 42,49 | |
| *Cu* | 9,21 | 9,15 | 9,18 | |
| *Zn* | 2,23 | 2,27 | 2,25 | |
| *Pb* | 20,84 | 20,82 | 20,83 | = Galenit, *PbS* 24,05 |
| $FeCO_2$ | 2,57 | 2,57 | 2,57 | } 4,13 |
| $MnCO_3$ | 0,98 | 1,07 | 1,03 | |
| $CaCO_3$ | 0,20 | — | 0,20 | |
| Unlösl. | 0,32 | 0,34 | 0,33 | |
| | | | 99,31 | Verunrein. 28,18 |

Krystalle aus Siderit. Analyse von S. L. Penfield. Spec. Gew. 6,080.

| | | |
|---|---|---|
| S | 17,42 | |
| *As* | 6,10 | |
| *Sb* | 0,26 | |
| *Ag* | 49,51 | |
| *Cu* | 12,92 | |
| *Zn* | 2,45 | |
| *Pb* | 10,58 | = *PbS* 12,22 |
| $FeCO_3$ | 0,46 | } 0,59 |
| $MnCO_3$ | 0,13 | |
| | 99,83 | Verun. 12,81 |

In vorstehender Form lässt sich die Analyse auf keine bekannte Species beziehen, weswegen die Verff. in der ersten 28,18 und in der zweiten 12,81 % Verunreinigung als Bleiglanz und Carbonate in Abrechnung bringen und auf diese Weise zu folgenden Zahlen gelangen:

| | Derbes Mineral: | Krystall aus Siderit. Spec. Gew. corrig. = 5,94 | | | | Theoret. Zusammens., worin $Ag_2:Cu_2:Zn = 263:117:43$ |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *S* | 17,73 | 18,13 | | | | 18,13 |
| *As* | 6,20 | 7,01 | ÷ 150 | = 0,0467 | } 0,0479 | 7,08 |
| *Sb* | 0,18 | 0,30 | ÷ 244 | = 0,0012 | | |
| *Ag* | 59,73 | 56,90 | ÷ 216 | = 0,263 | } 0,423 | 57,07 |
| *Cu* | 12,91 | 14,85 | ÷ 126,8 | = 0,117 | | 14,91 |
| *Zn* | 3,16 | 2,81 | ÷ 65 | = 0,043 | | 2,81 |
| | 100 00 | 100,00 | | | | 100,00 |

Die Analysen werden hierdurch ziemlich gleich, und die zweite, welche mit dem reinsten Material angestellt ist, führt auf das Verhältniss $(Ag_2 + Cu_2 + Zn) : (As_2 + Sb_2) = 0,423 : 0,0479$ oder $9,00 : 1,02$, was ziemlich gut der Formel $9Ag_2S.As_2S_3$ entspricht, worin ziemlich viel $Ag_2$ durch $Cu_2$ und $Zn$ ersetzt ist. Das Mineral ist auch insofern noch ganz interessant, als es ein fast ganz reiner Arsen-Polybasit ist.

Tennantit findet sich an einigen Polybasitstücken in stahlgrauen Partien, deren Farbe nur um eine geringe Nüance heller ist als jene des Polybasit. Krystalle fanden sich nicht. Der Strich ist röthlich, etwas dunkler wie der des Hämatit. Die Analyse ergab (Penfield):

| | Spec. Gew. 4,56 | | Theoret. Zusammens., worin $Cu_2 : Ag_2 : Zn = 282 : 63 : 106$ |
|---|---|---|---|
| S | 25,04 | | 25,66 |
| As | 17,18 ÷ 150 = 0,1145 | 0,115 | 17,18 |
| Sb | 0,13 ÷ 244 = 0,0005 | | |
| Cu | 35,72 ÷ 126,8 = 0,282 | | 36,20 |
| Ag | 13,65 ÷ 216 = 0,063 | | 13,86 |
| Zn | 6,90 ÷ 65 = 0,106 | 0,463 | 7,01 |
| Fe | 0,42 ÷ 56 = 0,008 | | |
| Pb | 0,86 ÷ 207 = 0,004 | | |
| | 99,90 | | 100,00 |

Es verhält sich Metall: $(As_2 + Sb_2) = 0,463 : 0,115$ oder wie $4,00 : 0,99$, sehr nahe mit der Formel $4Cu_2S.As_2S_3$ übereinstimmend. Das $Cu$ wird theilweise durch $Ag$ und $Zn$ vertreten. Ob die geringen Mengen $Fe$ und $Pb$ als Verunreinigungen und wie zu deuten sind oder nicht, ist nicht festzustellen.

Polybasit und Tennantit sind nicht gerade seltene Silbererze in mehreren Grubenbezirken.

Ref.: F. Grünling.

**47. W. Cross und L. G. Eakins** (in Washington): **Ein neues Ptilolithvorkommen** (Americ. Journ. Sci. 1892, **44**, 96) nebst Anhang:

**F. W. Clarke** (in Washington): **Notiz über die Constitution des Ptiloliths und Mordenits.**

Vor etwa acht Jahren*) haben die Genannten ein neues Mineral, Ptilolith genannt, in die Literatur eingeführt, das insofern interessant war, als es den sauersten bekannt gewordenen Zeolith darstellt. Die ihm gegebene Formel $R'Al_2Si_{10}O_{24} + 5H_2O$ schien auf keine bislang angenommene Polykieselsäure zurückführbar und deshalb hat auch wohl Groth die Ansicht aufgestellt, dass dem untersuchten Material Chalcedon beigemengt gewesen sein möge; obwohl dies, wie die Verff. bemerken, thatsächlich nicht der Fall gewesen sein kann. Die inzwischen festgestellte Zusammensetzung des ja ebenfalls lange angezweifelten Mordenit, sowie die vorliegende Untersuchung eines neuen Ptiloliths bestätigen indessen vollkommen die früheren Resultate der beiden Forscher.

Der Fundort des neuen Ptiloliths ist im Custer County, Col., etwa 3 Meilen südöstlich von der Bergstadt Silver Cliff. Auf einen ganz kleinen Raum beschränkt an einem niederen Rücken von rhyolitischer Breccie findet sich ein stark entglaster Pechstein von dunkelgrauer Farbe, offenbar ein Ueberbleibsel des oberen Theiles

*) Americ. Journ. Sc. 1886, **32**, 117. Ref. diese Zeitschr. **12**, 501.

eines nicht weit davon sichtbaren Rhyolithstromes. Dieses Gestein ist ganz erfüllt mit kleinen Bläschen, welche ausser einem dünnen Ueberzuge einer weissgelblichen Substanz manchmal Schalen bläulichen Quarzes und noch häufiger farblose bis bläuliche Täfelchen und Büschel von Baryt enthalten. Ausserdem enthalten aber fast alle Blasenräume ein feines, weisses, filziges Haufwerk eines weissen Minerals, das unter dem Mikroskope aus winzigen, durchsichtig-farblosen Nädelchen von höchstens 0,001—0,005 mm Dicke besteht. Dieselben äussern auf das polarisirte Licht erst dann einen bemerkbaren Einfluss, wenn sie zahlreich in parallel gelagerten Bündelchen liegen, woran man erkennen kann, dass sie $\neq$ zur Längsaxe auslöschen.

Die Gewinnung des Untersuchungsmaterials ist sehr umständlich, und mussten die Verff. etwa sechs Kubikfuss Gestein zerkleinern und den flaumigen Inhalt der Blasenräume mit der Präparirnadel sammeln, der alsdann durch Aufschwemmen weiter gereinigt wurde. Das so erhaltene, im Wasserbade getrocknete Material wurde alsdann wieder ein paar Tage der Luft ausgesetzt und dann 8 Tage über Schwefelsäure getrocknet, wo es 3,84 % Wasser verlor, welchen Verlust es aber nach 24 stündigem Stehen an der Luft wieder aufnahm. In diesem Zustande wurde das Mineral analysirt (L. G. Eakins). Es wird von Salzsäure wenig, von heisser concentrirter Schwefelsäure völlig zersetzt.

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 67,83 | | 1,131 | 10,1 |
| $Al_2O_3$ | 11,44 | | 0,112 | 1,0 |
| $CaO$ | 3,30 | 0,059 | | |
| $K_2O$ | 0,64 | 0,007 | 0,109 | 0,98 |
| $Na_2O$ | 2,63 | 0,043 | | |
| $H_2O$ | 13,44 | | 0,747 | 6,67 |
| | 99,28 | | | |

Das Wasser wurde wie folgt bestimmt:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Bei 110° | 2,62 | 0,301 | 1,79 |
| 125° | 1,31 | 0,073 | 0,65 |
| 300° | 5,41 | 0,301 | 2,69 |
| bei Rothgluth | 3,10 | 0,172 | 1,54 |
| | 13,44 | | |
| Ueber $H_2SO_4$ | 3,84 | 0,213 | 0,190 |

Zum Vergleiche folgen auch noch die Analyse des ursprünglichen Ptiloliths vom Green Mt., Col., sowie des Mordenits.

Ptilolith, Green Mt., Col.:

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 70,35 | 10,06 |
| $Al_2O_3$ | 11,90 | 1,00 |
| $CaO$ | 3,87 | |
| $K_2O$ | 2,83 | 0,96 |
| $Na_2O$ | 0,77 | |
| $H_2O$ | 10,18 | 4,86 |
| | 99,90 | |

Mordenit (L. V. Pirsson):

| | | |
|---|---|---|
| $SiO_2$ | 66,40 | 9,88 |
| $Al_2O_3$ | 11,17 | 1,00 |
| $Fe_2O_3$ | 0,57 | |
| $CaO$ | 1,94 | |
| $MgO$ | 0,17 | 1,01 |
| $K_2O$ | 3,58 | |
| $Na_2O$ | 2,27 | |
| $H_2O$ | 13,31 | 6,60 |
| | 99,41 | |

Die Analyse des neuen Ptiloliths führt auf die Formel $R'Al_2Si_{10}O_{24} + 6\frac{2}{3}H_2O$,

ist also, mit Ausnahme des Wassergehaltes, identisch mit der des Mordenits. Die beiden Mineralien sind aber, wie schon Pirsson bemerkt, physikalisch völlig verschieden.

Der neue Ptilolith zeigt gegen den früheren einen höheren Wassergehalt von 3,26 %. Dieser Unterschied kann aber, wie die Verff. auseinandersetzen, durch die Umstände bei der Analyse hervorgerufen seien. Die frühere Analyse wurde nämlich in Denver, die neue in Washington ausgeführt. Die eine also in einem sehr trockenen, die andere in einem sehr feuchten Klima, und da die beiden Mineralien, welche einen beträchtlichen Theil des Wassers nur sehr lose gebunden enthalten, in lufttrockenem Zustande zur Analyse gelangten, so ist es wahrscheinlich, dass in dem trockenen Klima Denvers ein Wasserverlust eintrat. Wie die speciellen Bestimmungen zeigen, sind 3,10 % $H_2O$ bei 300° beständig und müssen demnach wohl als basisches Wasser aufgefasst werden.

Bezüglich der chemischen Formeln bemerkt Clarke, dass dieselben sehr einfach werden, wenn man, was nach der vorstehenden Untersuchung gerechtfertigt erscheint, einen Theil des Wassers als zur Constitution gehörig betrachtet. Die drei Mineralien werden alsdann Salze der Säure $H_2Si_2O_5$, welche bekannterweise im Petalit und Milarit sich findet. Sie können dargestellt werden als Mischungen folgender Glieder:

1) $Al_2(Si_2O_5)CaH_2$ . 3 aq ,
2) $Al_2(Si_2O_5)CaH_2$ . 5 aq ,
3) $Al_2(Si_2O_5)K_2H_2$ . 6 aq ,
4) $Al_2(Si_2O_5)Na_2H_2$ . 6 aq .

Die drei letzten sind völlig gleich, das erste Glied mit halbem Wassergehalt würde eventuell anzunehmen sein, um den niedrigeren Wassergehalt des Ptiloliths von Green Mt. zu erklären. Die drei Mineralien hätten danach folgende theoretische Zusammensetzung:

| | | | |
|---|---|---|---|
| Ptilolith, Green Mt. | 1 und 2 | im Verhältniss | 3 : 2 |
| - Silber Cliff | 2 - 4 | - - | 1 : 1 |
| Mordenit | 2, 3 - 4 | - - | 1 : 1 : 1. |

Die aus diesen Formeln berechneten Werthe stimmen alsdann ziemlich genau mit jenen der reducirten Analysen. Das einzige Unsichere bleibt der Wassergehalt.

Ref.: F. Grünling.

# XXX. Krystallisirte Verbindungen, gebildet beim Deacon-Process.

Von

A. Arzruni und E. Schütz in Aachen.

(Aus dem mineralogischen Institut der königl. technischen Hochschule.)

---

Herrn R. Hasenclever, Generaldirector der chemischen Fabrik »Rhenania« zu Stolberg (Rheinland), verdankt das hiesige mineralogische Institut eine Folge krystallisirter Producte, entstanden beim Deacon-Process, welche uns der Untersuchung und Beschreibung werth erschienen.

Der Process selbst bezweckt bekanntlich die Darstellung von Chlor und beruht auf dem Principe, dass gasförmiger erhitzter Chlorwasserstoff zusammen mit Luft, über poröse mit Kupfersalzen getränkte Substanzen geleitet, Chlor und Wasser liefert. Im Grossen verläuft der Process in der Weise, dass gasförmige Salzsäure zunächst durch ein Röhrensystem, Erhitzer genannt, geleitet wird, welches, wie schon sein Name besagt, dem Gase die zur Zersetzung nöthige Temperatur ertheilt. Hierauf tritt das Gas in grosse gusseiserne Cylinder ein, welche zu drei Vierteln mit Thonkugeln von ungefähr 1,5 cm Durchmesser gefüllt sind. In diesen Cylindern herrscht eine Temperatur von 500° C., welche noch durch die bei der Zersetzung der Salzsäure und Bildung von Wasser entstehende Reactionswärme beträchtlich erhöht wird. — Das Gas tritt von unten ein und verlässt oben in zersetztem Zustande den Cylinder. — Nach 3 bis 12 Monaten erweisen sich die Thonkugeln als unwirksam und der Cylinder wird entleert.

Wenn nun an den Thonkugeln sich Krystalle absetzen, so können die sie bildenden Verbindungen nur auf Kosten der Verunreinigungen in dem angewandten Materiale entstanden sein. Hierbei kommt ganz wesentlich die zur Vergasung gelangende Salzsäure in Betracht — eine rohe Salzsäure, welche sowohl Eisenchlorid, als auch Arsenchlorür enthält. Es ist unzweifelhaft, dass beide mit Wasserdampf vermischt in die Deacon-Apparate

gelangen und an der Zusammensetzung der krystallisirenden Verbindungen sich betheiligen.

Diese Krystalle gehören vier verschiedenen Substanzen an. Die älteste Bildung ist feinschuppiger Eisenglanz; darauf folgt eine kaum durchscheinende, beinahe schwarz aussehende, in langen nadelförmigen, spröden Krystallen anschiessende Substanz; diese wird umwachsen von gedrungenen, rothen, spröden Krystallen, auf welche dann äusserst dünne, zarte, farblose Tafeln als jüngstes Erzeugniss folgen. — Nicht alle Kugeln weisen die vier verschiedenen Arten von Krystallen auf. Manche sind mit Eisenglanzschuppen allein bedeckt, andere führen nur die beiden mittleren Sublimationserzeugnisse, wiederum andere zeigen das letzte Gebilde entweder mit Eisenglanz vergesellschaftet, oder die beiden farbigen Verbindungen begleitend.

Die drei bisher unbekannten Verbindungen wurden sowohl chemisch, als auch, soweit es ging, goniometrisch bezw. auf ihr optisches Verhalten untersucht. Der Eisenglanz eignete sich zu krystallographischen Beobachtungen nicht; es konnte an ihm nur nochmals bestätigt werden, dass sublimirte Krystalle dieser Verbindung eine Neigung zur tafelförmigen Ausbildung besitzen *).

Von den übrigen drei Körpern sei schon hier bemerkt, dass dem dunklen die Zusammensetzung $Cu(Fe_2)_2As_4O_{17}$, dem rothen die Formel $Fe_2(AsO_3)_2$ und dem farblosen der Ausdruck $Fe_2(AsO_3)_2.10H_2O$ zukommt.

## Verbindung $Cu(Fe_2)_2As_4O_{17}$.

Die Krystalle, äusserlich von schwarzer Farbe mit halbmetallischem Glanze, sind in dünneren Schichten rothbraun bis orangebraun durchscheinend. Sie gehören dem triklinen Systeme an, denn sie zeigen auf der vorherrschenden Tafelfläche ($b = 010$) schiefe Auslöschungen, zugleich aber eine bald deutliche, bald versteckte Zwillingsbildung nach derselben Fläche — eine Erscheinung, welche bei einer Symmetrieebene ausgeschlossen ist

Selbst die besten Krystalle eignen sich zu einer einigermassen zufriedenstellenden Messung nicht: ihre Flächen sind gestreift, gebrochen, von falscher Zonenlage und unvollkommenem Parallelismus. Nur annähernde Werthe lassen sich angeben:

$$b : m = 84^\circ\ 0' - 84^\circ 30'$$
$$b : q = 29\ 29 - 29\ 46$$

*) Vergl. darüber meine Bemerkungen in dieser Zeitschr. 1891, **18**, 53 und die des Herrn B. Doss ebenda 1892, **20**, 568, an denen die Aeusserungen des Herrn W. Müller (Zeitschr. d. g. Ges. 1893, **45**, 66) Wesentliches nicht zu ändern vermögen. — Correctur: In meiner soeben citirten Notiz steht auf S. 50, Zeile 6 und 7 irrthümlich das Symbol $12\bar{5}1$ statt $12\bar{3}2$. Arzruni.

Unter dem Mikroskope wurden ausserdem gemessen die ebenen Winkel zwischen den Kanten, welche in der Ebene $b$ liegen:

$$qb : ab = 101^0 \quad rb : qb = 137^0 \quad rb : ab = 144^0$$
$$xb : a'b = 128 \quad xb : qb = 131$$

Mit Hülfe des Mikroskops wurde ferner ein deutlicher Schalenbau nach den Kanten $ab$ und $bq$ beobachtet, mit einem ausgeprägten Wechsel heller und dunkler Schichten. — Die Ebene der optischen Axen ($AE$), d. h. ihre Spur auf der Fläche $b$, geht durch den spitzen Winkel $qb : ba' = 79^0$ und schliesst mit der Verticalaxe einen Winkel von $50^0$ ein. — Ein deutlicher Pleochroismus in der Ebene $b$ äussert sich in den beiden Hauptfarben parallel $AE$ und senkrecht dazu (d. h. parallel $N$) und entspricht in der ersten Richtung $2l$ bis $3l$, im zweiten $6n$ bis $7n$ der Radde'schen Scala.

Die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung dieses Körpers verdanken wir Herrn Professor Dr. Stahlschmidt, welcher die Güte hatte uns die Ergebnisse seiner Analyse zur Verfügung zu stellen. Er fand:

| | I. | II. | Mittel: |
|---|---|---|---|
| $CuO$ | 8,61 | 8,94 | 8,77 |
| $Fe_2O_3$ | 37,32 | 38,67 | 38,00 |
| $As_2O_5$ | 53,01 | 51,51 | 52,26 |
| $Cl$ | 0,73 | (0,73) | 0,73 |
| Feuchtigkeit | 0,17 | (0,17) | 0,17 |
| | 99,84 | 100,02 | 99,93 |

Sieht man von 0,17 Feuchtigkeit, welche hygroskopisches Wasser sein dürfte, ab, betrachtet man ferner das Chlor als dem eingeschlossenen Eisenchlorid gehörig und bringt es als solches in Abzug, so erhält man für Zusammensetzung und Molekularverhältniss folgende Werthe:

| | | Molekularverhältniss: | |
|---|---|---|---|
| $CuO$ | 8,77 | 0,110 oder | 1 |
| $Fe_2O_3$ | 37,03 | 0,231 | 2 |
| $As_2O_5$ | 52,26 | 0,227 | 2 |
| | 98,06 | | |

aus welchen die Formel

$$CuO,\ 2Fe_2O_3,\ 2As_2O_5 \quad \text{oder} \quad Cu(Fe_2)_2As_4O_{17}$$

folgt, entsprechend einem Salz einer Arsensäure, welche aus zwei Molekeln der Oktohydroxylarsensäure $H_8As_2O_9$ unter Austritt einer Molekel Wasser entstanden sein mag und die Formel $H_{14}As_4O_{17}$ haben würde.

Unter Zugrundelegung dieses Ausdruckes folgt als berechnete Zusammensetzung, bezogen auf die obige Summe 98,06:

| | |
|---|---|
| $CuO$ | 9,06 |
| $Fe_2O_3$ | 36,51 |
| $As_2O_5$ | 52,49 |
| | 98,06 |

Freilich stimmt die Formel mit der ermittelten Zusammensetzung nicht mit erwünschter Genauigkeit überein, doch ist es nicht ausgeschlossen, dass ein Theil des Chlors kleinen Mengen Kupferchlorids zuzuschreiben ist, wodurch das dem Arsenat angehörende Eisenoxyd etwas, die Arsensäure nicht wesentlich höher, dagegen das Kupferoxyd etwas niedriger ausfallen würde.

## Verbindung $Fe_2(AsO_3)_2$.

Die schön braunrothen Krystalle, etwa von der Farbe 30*e*–*f* Radde's, gehören dem monoklinen Systeme an und treten häufig als Zwillinge nach einer Querfläche auf. Ihr Habitus lässt sich als gedrungen prismatischer bezeichnen, doch sind sie häufig ebenso dick wie hoch. Beobachtet wurden an ihnen die Gestalten:

$$b\{010\}, \quad m\{110\}, \quad n\{120\}, \quad p\{111\}, \quad \pi\{\bar{1}11\},$$
$$x\{\bar{2}12\}, \quad q\{011\}, \quad d\{101\}, \quad r\{\bar{1}01\}.$$

Bei den Zwillingen ist eine Fläche der letzterwähnten Gestalt Zwillingsebene.

Die Flächen der Verticalzone sind meist parallel der Zonenaxe gestreift und nicht immer alle vollzählig, nicht einmal die zu derselben Gestalt gehörenden. Es trifft nicht selten eine einseitige Ausbildung von *m* und *n* zu, sodass der Krystall vorn und hinten verschieden begrenzt ist. Die Pyramiden *p*, $\pi$ und *x*, namentlich aber das Längsprisma *q* sind vorwiegend durch glatte Flächen ausgezeichnet; auch *d* ist wohl durchschnittlich ebenflächig, während *r* fast ausnahmslos parallel der Symmetrieebene gebrochen ist, wobei die beiden Hälften beiläufig einen Winkel von 1° mit einander einschliessen. Dieser Umstand dürfte die Ursache dafür abgeben, dass die Messungen an Zwillingskrystallen durchgängig viel schlechtere Ergebnisse lieferten, als die an einfachen Krystallen ausgeführten, wiewohl auch diese erhebliche Schwankungen aufwiesen.

In nachstehender Tabelle sind unter Anderem die Grundwerthe angeführt, welche zur Berechnung der goniometrischen Constanten verwendet wurden. Es ist:

$$a : b : c = 0,9405 : 1 : 0,6234; \quad \beta = 105^{0}\,10{,}'5.$$

Die Ebene der optischen Axen steht senkrecht zur Symmetrieebene und beinahe parallel der Axe *c*, sodass sie mit den Flächen *d* und *r* Winkel von beiläufig 44° bezw. 70° einschliesst.

| Symbol | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Rechn. | Beste Messungen |
|---|---|---|---|---|---|
| $p : d = (111):(101)$ | 8 | 24° 1′ — 24°38′ | 24°14′ | — | |
| $p : p = (111):(1\bar{1}1)$ | 4 | 48 19 — 48 43 | 48 34 | 48°28′ | |
| $q : q = (011):(0\bar{1}1)$ | 2 | 62 7,5 — 62 40,5 | 62 9 | 62 4 | |
| $q : b = (011):(010)$ | 2 | 58 50,5 — 58 59 | 58 55 | 58 58 | |
| $m : m = (110):(1\bar{1}0)$ | 3 | 84 30 — 85 34 | 85 2 | 84 20 | 84°30′ |
| $n : n = (120):(\bar{1}20)$ | 4 | 57 54 — 58 42 | 58 12 | 57 42 | 57 54 (2) |
| $m : n = (110):(120)$ | 7 | 17 21 — 19 21 | 18 20 | 18 55 | 18 40, 18°57′ |
| $d : r = (101):(\bar{1}01)$ | 8 | 66 3 — 66 32 | 66 21 | 66 19,5 | |
| $p : q = (111):(011)$ | 2 | 25 49 — 26 31 | 26 10,5 | 26 19 | |
| $q : \pi = (011):(\bar{1}11)$ | 2 | 31 54,5 — 32 39,5 | 32 17 | 32 8,5 | |
| $\pi : p = (\bar{1}11):(111)$ | 2 | 58 26 — 58 29 | 58 27,5 | — | |
| $\pi : x = (\bar{1}11):(\bar{2}12)$ | 2 | — | 18 44 | 13 56,5 | |
| $x : r = (\bar{2}12):(\bar{1}01)$ | 2 | 16 12,5 — 16 39,5 | 16 21 | 16 3,5 | 16 12,5 |
| $\pi : r = (\bar{1}11):(\bar{1}01)$ | 4 | 29 37,5 — 30 18 | 30 0 | — | |
| $q : r = (011):(\bar{1}01)$ | 4 | 46 44,5 — 47 46,5 | 47 18 | 47 20 | |
| $r : m = (\bar{1}01):(\bar{1}\bar{1}0)$ | 10 | 72 43 — 73 29 | 73 8 | 73 30 | |
| $m : q = (110):(011)$ | 4 | 59 17 — 59 59 | 59 33 | 59 10 | |
| $d : m = (101):(110)$ | 5 | 59 21 — 59 31 | 59 24,5 | 59 11,5 | |
| $d : n = (101):(120)$ | 6 | 69 51 — 70 25 | 70 10 | 70 30 | |
| $r : n = (\bar{1}01):(\bar{1}20)$ | 4 | 78 32 — 79 39 | 79 1 | 79 20 | |
| $m : \underline{m} = (110):(\underline{110})$ | 3 | 33 25 — 38 57 | 38 44 | 30 0 | |
| $\pi : \underline{\pi} = (\bar{1}11):(\underline{\bar{1}11})$ | 2 | 120 20 — 120 38 | 120 29 | 120 0 | |
| $n : \underline{n} = (120):(\underline{120})$ | 1 | — | 19 10 | 21 20 | |
| $q : \underline{q} = (011):(\underline{011})$ | 1 | — | 85 43 | 85 20 | |
| $x : \underline{x} = (\bar{2}12):(\underline{\bar{2}12})$ | 1 | — | 148 25 | 147 53 | |
| $q : \underline{m} = (011):(\underline{110})$ | 2 | 25 59 — 26 19 | 26 9 | 27 40 | |

Die Krystalle sind selten vollkommen rein. Als spätere Bildung umschliessen sie gern Krystalle des vorbeschriebenen Arsenats.

Die chemische Untersuchung *) lieferte folgendes Ergebniss:

Eine Vorprobe mit dem Löthrohre ergab auf Kohle einen geringen weissen Beschlag, der auf Arsen schliessen liess, und in der Phosphorsalzperle die deutliche Reaction auf Eisen. Auf nassem Wege wurde in der Lösung von Salzsäure mit wenig Salpetersäure eine kleine Menge Kieselsäure gefunden. Im weiteren Verlaufe erhielt man Arsen, Eisen und sehr wenig Kupfer. Das Eisen war als Eisenoxyd, das Arsen als arsenige Säure vorhanden. — Zur quantitativen Bestimmung wurde die soviel als möglich von den übrigen zum Theil eingeschlossenen Begleitern befreite Substanz in Salzsäure und Salpetersäure gelöst, was ziemlich langsam vor sich ging; hierauf wurde durch öfteres Eindampfen bis zur staubigen Trockne die geringe Menge Kieselsäure abgeschieden. — Die Bestimmung des Arsens

*) Sie wurde wie die der folgenden Substanz von Herrn Ingenieur E. Schütz ausgeführt, während er Assistent am hiesigen mineralogischen Institut war. Inzwischen ist er zur Fabrik »Rhenania« übergetreten. Arzruni.

geschah als Magnesiumarsenat, die des Eisens als Eisenoxyd. Es wurden als procentische Zahlen die unter I. und als Molekularverhältniss die unter II. angegebenen erhalten.

| | I. | II. | |
|---|---|---|---|
| $As_2O_3$ | 55,910 | 0,282 oder | 1 |
| $Fe_2O_3$ | 43,825 | 0,274 | 1 |

Demnach hat die Substanz die Zusammensetzung $Fe_2(AsO_3)_2$.

## Verbindung $Fe_2(AsO_3)_2 . 10H_2O$.

Diese auf den Thonkugeln zu oberst sitzende und von allen seltenste Substanz bietet rhombische, jedoch so dünne Tafeln dar, dass wiederholte Versuche, die Neigung der Randflächen zu einander und zur Tafelfläche zu bestimmen, ohne Erfolg blieben. Unter dem Mikroskope wurden für die ebenen Winkel der Rhomben die Werthe 63° bis 65°,5 bezw. 117° bis 114°,5 gefunden. Fast an allen Krystallen wurde eine Streifung nach einem Kantenpaare beobachtet, welche wohl auf wiederholte Zwillingsbildung hinweist. — Die Ebene der optischen Axen ergab sich als halbirende des stumpfen Winkels des Rhombus. Im Konoskop wurde $2E$ für weisses Licht beiläufig zu 58° bestimmt und eine Dispersion $\varrho > v$ erkannt. Die Mittellinie scheint von der Normalen zur Tafelfläche um ein Geringes abzuweichen, und zwar in der Ebene der kurzen Diagonale des Rhombus. Danach wären die Krystalle dem monoklinen Systeme zuzurechnen, und wäre die Ebene der optischen Axen als parallel der Symmetrieebene zu betrachten. Eine hierbei erforderliche geneigte Dispersion wurde indessen nicht beobachtet, wahrscheinlich ihres geringen Betrages wegen. Die Zugehörigkeit der Krystalle zum rhombischen Systeme wäre jedoch immerhin nicht ausgeschlossen.

Das zur chemischen Untersuchung verwendete Material konnte von dem eingeschlossenen dunklen Arsenat und dem Eisenglanz nicht völlig frei erhalten werden. — Die qualitative Probe ergab neben $As_2O_3$ und $Fe_2O_3$ noch Wasser, welches erst bei starkem Erhitzen entwich. Die Menge des letzteren wurde einmal indirect aus dem Glühverluste ($As_2O_3 + H_2O$) unter Abzug der arsenigen Säure bestimmt, dann aber auch auf directem Wege, als Gewichtszunahme im Chlorcalciumrohre. Die erste Bestimmung ergab 33,29 %, die zweite 33,07 %, im Mittel also 33,18 % $H_2O$. Die Zusammensetzung wäre demnach:

| | in Procenten: | in Molekeln: | |
|---|---|---|---|
| $Fe_2O_3$ | 30,31 | 0,189 oder | 1 |
| $As_2O_3$ | 35,45 | 0,179 | 1 |
| $H_2O$ | 33,18 | 1,839 | 10 |
| $CuO$ | 1,61 | | |
| | 100,55 | | |

Auf die Summe 98,94 (d. h. 100,55 — 1,61 $CuO$) bezogen würde die Formel $Fe_2(AsO_3)_2 . 10 H_2O$ erfordern:

| | |
|---|---|
| $Fe_2O_3$ | 29,43 |
| $As_2O_3$ | 36,41 |
| $H_2O$ | 33,10 |
| | 98,94 |

Die Aufeinanderfolge der Bildung der soeben beschriebenen Verbindungen lässt auf stärkere oxydirende Wirkungen des Sauerstoffes der Luft zu Anfang des Vorganges schliessen, während später weniger hoch oxydirte Körper entstehen und endlich bei sinkender Temperatur selbst das Wasser sich an der Zusammensetzung zu betheiligen vermag.

# XXXI. Optische Beobachtungen am Topas.

Von

**Konstantin Thaddéeff** in Aachen.

(Aus dem mineralogischen Institut der königl. technischen Hochschule.)

Die Topase der Ilménberge (Süd-Ural) und von Adun-Tschalon (Ost-Sibirien) sind meines Wissens auf ihre optischen Eigenschaften hin noch nicht untersucht worden. Die reichhaltige Sammlung von Topasen, welche das hiesige mineralogische Institut besitzt, gewährte mir die Möglichkeit Beobachtungen an Krystallen der beiden genannten Fundorte anzustellen und zur Prüfung der angewandten Methode den bekanntlich von Herrn Des Cloizeaux*) und Herrn Mülheims**) untersuchten Topas vom Schneckenstein vergleichsweise heranzuziehen.

Zur Untersuchung dienten grössere Krystalle; zur Messung des spitzen Winkels der optischen Axen wurden eine oder zwei Spaltplatten nach {001} abgetrennt und zur Bestimmung des stumpfen Winkels aus dem anderen Theile des Krystalles Platten nach {100} geschliffen.

Die Beobachtungen geschahen in Methylenjodid, da in anderen Flüssigkeiten, z. B. in $\alpha$-Monobromnaphtalin, aus Platten normal zur zweiten Mittellinie die Axen nicht austraten. Der wahre Winkel $2V_a$ wurde nach der von Herrn Des Cloizeaux***) angewandten Formel

$$\operatorname{tang} V_a = \frac{\sin H_a}{\sin H_o}$$

berechnet.

Die Temperatur schwankte bei meinen Beobachtungen zwischen 15° und 25° C. Ihre genaue Messung hielt ich nicht für erforderlich, nachdem

*) Man. de Minér. 1862, **1**, 474—476.

**) Diese Zeitschr. 1888, **14**, 202—236.

***) Compt. rend. 1861, **52**, 784—790.

solche Beobachter, wie die Herren Des Cloizeaux*), Groth**) und Offret***) gezeigt haben, dass die Aenderung der Grösse des Winkels der optischen Axen mit Zunahme der Temperatur unwesentlich ist. Allerdings ist die Veränderlichkeit des Brechungsexponenten des Methylenjodids ($n$), wie es Herr R. Brauns nachwies†), mit der Temperatur sehr beträchtlich, sie kommt aber im vorliegenden Falle in dem Werthe von $2V_a$ nur in Minuten zum Ausdruck, da die Messungen des spitzen und stumpfen Winkels unmittelbar aufeinander folgten, also beinahe bei derselben Temperatur ausgeführt wurden.

Zur Messung bediente ich mich des Universalapparates von Groth-Fuess und des Axenwinkelapparates von Fuess (Nr. 21 des Cataloges von 1891). Die Beobachtungen mit dem ersten Apparate sind in den Tabellen als »erste Reihe«, die mit dem zweiten als »zweite Reihe« aufgeführt. In einigen Fällen wurde der stumpfe Winkel an verschiedenen Stellen derselben Platte und der spitze an verschiedenen Platten desselben Krystalles gemessen, was in den Tabellen mit »*A*« und »*B*« zum Ausdruck gebracht ist. Zu Messungen wurden nur solche Stellen verwendet, an welchen das Lemniscatensystem in seinem ganzen Umfange deutlich war. Wo die Werthe bis zu 10′ schwankten, wurde die Zahl der Einzelbeobachtungen auf acht bis zehn gebracht, und die Werthe als befriedigend nur dann betrachtet, wenn die letzten zwei bis drei einander nahe kamen. Die Beobachtungen wurden mit *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht angestellt. Am unsichersten waren die Messungen mit *Tl*-Licht. Sie ergaben ziemlich grosse Schwankungen, namentlich wenn die Werthe nicht mit einem und demselben Apparate gewonnen wurden.

## Topas von den Ilménbergen (Süd-Ural).

Zur Untersuchung gelangten Krystalle, welche Herr Prof. Arzruni in der Redikórtzew'schen Grube, Ilméner Wald, unweit Mijass sammelte und zuletzt Herr L. Souheur††) beschrieb.

### Krystall I.

Tabelle I.

| | Erste Reihe | | | Zweite Reihe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | |
| $2H_aLi$ | 3 | 60°57′ — 60°50′ | 60°53′ 40″ | 7 | 60°58′ — 60°34′ | 60°46′ 43″ | Platte *B* |
| $2H_aNa$ | 2 | 60 21 — 60 19 | 60 20 | 7 | 60 36 — 60 7 | 60 17 51 | |
| $2H_aTl$ | 2 | 59 43 — 59 41 | 54 42 | 3 | 60 4 — 60 0 | 60 2 20 | |

*) Man. de Minér. 1862, **1**, 474—476.

**) Zeitschr. d. geol. G. 1870, **22**, 381—414.

***) Bull. soc. fr. d. Min. 1890, **13**, 405—697. Ref. in dieser Zeitschr. **18**, 589; **21**, 296.

†) N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1886, **2**, 72—78.

††) Diese Zeitschr. 1892, **20**, 232—235.

| | Erste Reihe | | | Zweite Reihe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | |
| $2H_aLi$ | | nicht beobachtet | | 3 | 61° 7'— 61° 6' | 61° 6' 20" | Platte A |
| $2H_aNa$ | | | | 4 | 60 36 — 60 27 | 60 30 45 | |
| $2H_aTl$ | | | | 3 | 60 5 — 60 0 | 60 2 20 | |
| $2H_oLi$ | 2 | 103°15'—103°14' | 103°14' 30" | 8 | 103 16 —102 57 | 103° 7' | |
| $2H_oNa$ | 2 | 102 35 —102 32 | 102 33 30 | 4 | 102 45 —102 38 | 102 42 | |
| $2H_oTl$ | 2 | 102 26 —102 15 | 102 22 30 | 8 | 102 29 —102 15 | 102 24 45" | |

**Tabelle II.**

| | Erste Reihe | Zweite Reihe | |
|---|---|---|---|
| | Platte *B* | Platte *B* | Platte *A* |
| $2V_aLi$ | 65°46' | 65°48' | 65°58' |
| $2V_aNa$ | 65 34 | 65 29 | 65 39½ |
| $2V_aTl$ | 65 9 | 65 24 | 65 24 |

## Krystall II.

**Tabelle III.**

| | Erste Reihe | | | Zweite Reihe | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Zahl | Grenzwerthe | Mittel |
| $2H_aLi$ | 8 | 61° 5'— 61° 2' | 61° 4' | 8 | 61°12'— 60°58' | 61° 3' 37" |
| $2H_aNa$ | 8 | 60 26 — 60 22 | 60 24 | 4 | 60 31 — 60 26 | 60 28 45 |
| $2H_aTl$ | 3 | 59 26 — 59 18 | 59 21 20 | 5 | 60 20 — 60 11 | 60 15 48 |
| $2H_oLi$ | 3 | 103 3 —103 2 | 103 2 40 | 10 | 103 21 —103 0 | 103 7 42 |
| $2H_oNa$ | 8 | 102 33 —102 28 | 102 30 20 | 3 | 102 47 —102 41 | 102 44 |
| $2H_oTl$ | 2 | 102 5 —102 3 | 102 4 | 4 | 102 44 —102 25 | 102 34 45 |

**Tabelle IV.**

| | Erste Reihe | Zweite Reihe |
|---|---|---|
| $2V_aLi$ | 65°58' | 65°56' |
| $2V_aNa$ | 65 38 | 65 37 |
| $2V_aTl$ | 64 59 | 65 30 |

Aus den Tabellen sind die starken Schwankungen bei den Beobachtungen mit *Tl*-Licht ersichtlich. Offenbar hatte ich, trotz aller Vorsichtsmassregeln und der Reinheit des *Tl*-Salzes, bei den letzten Versuchen der zweiten Reihe recht viel *Na* in der Flamme.

## Topas von Adun-Tschalon (Ost-Sibirien).

Verwendet wurde ein Krystall, welcher von einer von Herrn Prof. Jereméjew in St. Petersburg dem Aachener mineralogischen Institut geschenkten Stufe abgelöst wurde.

**Tabelle V.**

| | Erste Reihe | | | Zweite Reihe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | |
| $2H_aLi$ | 3 | 60° 9′— 60° 6′ | 60° 7′ 20″ | 7 | 60°19′— 59°55′ | 60° 5′ 26″ | |
| $2H_aNa$ | 3 | 59 42 — 59 39 | 59 40 20 | 4 | 59 48 — 59 36 | 59 42 30 | |
| $2H_aTl$ | 6 | 59 19 — 59 4 | 59 11 | 4 | 59 8 — 58 54 | 59 1 45 | |
| $2H_oLi$ | 3 | 104 13 — 104 1 | 104 6 20 | nicht beobachtet | | | Stelle *A* |
| $2H_oNa$ | 4 | 103 39 — 103 32 | 103 35 | | | | |
| $2H_oTl$ | 2 | 103 22 — 103 10 | 103 16 | | | | |
| $2H_oLi$ | 3 | 103 50 — 103 45 | 103 48 | 4 | 103°58′—103°48′ | 103°54′45″ | Stelle *B* |
| $2H_oNa$ | 3 | 103 20 — 103 15 | 103 17 40 | 3 | 103 24 — 103 20 | 103 22 20 | |
| $2H_oTl$ | 3 | 103 8 — 102 49 | 102 56 20 | 5 | 103 12 — 102 54 | 103 3 12 | |

**Tabelle VI.**

| | Erste Reihe | | Zweite Reihe |
|---|---|---|---|
| | Stelle *A* | Stelle *B* | Stelle *B* |
| $2V_aLi$ | 64°51′ | 64°57′ | 64°55′ |
| $2V_aNa$ | 64 41 | 64 47 | 64 47 |
| $2V_aTl$ | 64 24 | 64 31 | 64 20 |

## Topas vom Schneckenstein (Sachsen).

Zur Untersuchung gelangte ein loser Krystall. Hier wurde der spitze Winkel der optischen Axen an zwei Stellen derselben Platte gemessen.

**Tabelle VII.**

| | Erste Reihe | | | Zweite Reihe | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | |
| $2H_aLi$ | 3 | 58°53′— 58°46′ | 58°49′ 40″ | nicht beobachtet | | | Stelle *A* |
| $2H_aNa$ | 3 | 58 19 — 58 11 | 58 15 20 | | | | |
| $2H_aTl$ | 4 | 57 57 — 57 36 | 57 45 12 | | | | |
| $2H_aLi$ | 3 | 58 29 — 58 26 | 58°27′ 20″ | 7 | 58°33′— 58°17′ | 58°25′ | Stelle *B* |
| $2H_aNa$ | 3 | 58 5 — 58 0 | 58 2 20 | 4 | 58 2 — 57 53 | 57 56 30″ | |
| $2H_aTl$ | 3 | 57 40 — 57 37 | 57 38 20 | 5 | 57 40 — 57 29 | 57 36 12 | |

| | Erste Reihe | | | Zweite Reihe | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Zahl | Grenzwerthe | Mittel | Zahl | Grenzwerthe | Mittel |
| $2H_{0}Li$ | 3 | 105°11′—105°5′ | 105° 8′ 40″ | 9 | 105°26′—105°15′ | 105°19′ 20″ |
| $2H_{0}Na$ | 1 | 104 40 | 104 40 | 3 | 105 8 —105 7 | 105 7 40 |
| $2H_{0}Tl$ | 2 | 104 4 —104 3 | 104 3 30 | 10 | 104 57 —104 35 | 104 43 |

**Tabelle VIII.**

| | Erste Reihe | | Zweite Reihe |
|---|---|---|---|
| | Stelle $A$ | Stelle $B$ | Stelle $B$ |
| $2V_{a}Li$ | 63°28′ | 63°10′ | 63° 5′ |
| $2V_{a}Na$ | 63 11 | 63 0 | 62 46 |
| $2V_{a}Tl$ | 62 59 | 62 53 | 62 38 |

Schon bei flüchtiger Betrachtung der Tabellen I, III, V und VII fällt die merkwürdige Erscheinung auf, dass sowohl bei $2H_a$ als auch bei $2H_0$ die Dispersion $\varrho > v$ ist. Diese scheinbare Anomalie ist aber, wie Herr Prof. O. Wiener gleich bei meiner ersten Beobachtung richtig bemerkte, eine Folge der schwachen Dispersion und Brechbarkeit des Topases gegenüber denen des Methylenjodids. Im stumpfen Winkel der Axen werden die grünen Strahlen beim Durchgange durch Methylenjodid verhältnissmässig stärker gebrochen, als die rothen und es tritt eine Umkehrung in der Farbenfolge ein.

Als Beispiel möge der Topas vom Schneckenstein dienen, für welchen eine grössere Zahl von Bestimmungen der Brechungsexponenten vorliegen. Mit Hülfe der bekannten Formeln

$$\sin V_a = \frac{n}{\beta} \cdot \sin H_a \quad \text{und} \quad \sin V_0 = \frac{n}{\beta} \cdot \sin H_0$$

lassen sich $H_a$ und $H_0$ berechnen. Hierfür benutze ich den von Herrn Mülheims angegebenen Werth für $\beta$, den von mir bestimmten Werth für $V_a$ (Tabelle VIII, erste Reihe) und den Werth für $n$ des Methylenjodids, welchen ich am Schlusse der Beobachtungen selbst bei 20°—20°,4 C. bestimmte und bedeutend höher fand, als ihn Herr Brauns für 20° angiebt*). Mein Methylenjodid war ziemlich stark gefärbt und ist vor meinen Beobachtungen zu gleichen Zwecken benutzt worden. Ob der Canadabalsam, mit welchem ich meine Krystallplatten auf Glas aufklebte und der anscheinend in Methylenjodid löslich ist, den Brechungsexponenten dieses letzteren etwas erhöhte, oder ob das nicht frische Methylenjodid stärker brechbar ist, ist von mir nicht weiter verfolgt worden. Ich bemerke nur, dass die Brechungsexponenten meines Methylenjodids bei 20° C. denjenigen, welche Herr Brauns für 16° angiebt, sehr nahe stehen.

*) N. Jahrb. f. Min. Geol. u. s. w. 1886, 2, 77.

**Tabelle IX.**

| | Thaddéeff 20°—20°,4 | Brauns 16° C. | Brauns 20° C. |
|---|---|---|---|
| $n_{Li}$ | 1,7288 | 1,72924 | 1,72656 |
| $n_{Na}$ | 1,7407 | 1,74092 | 1,73808 |
| $n_{Tl}$ | 1,7529 | 1,75256 | 1,74964 |

Unter Zugrundelegung der oben erwähnten Werthe für $V_a$, $\beta$ und $n$, welche hier tabellarisch zusammengestellt werden mögen,

**Tabelle X.**

| | $V_a$ | $\beta$ | $n$ |
|---|---|---|---|
| *Li* | 31°44′ | 1,6154 | 1,7288 |
| *Na* | 31 35½ | 1,6184 | 1,7407 |
| *Tl* | 31 29½ | 1,6209 | 1,7529 |

gelangt man für $H_a$ und $H_o$ zu nachstehenden Werthen:

**Tabelle XI.**

| | Berechnet | Beobachtet | Differ. |
|---|---|---|---|
| $H_{aLi}$ | 29°26′ | 29°25′ | + 1′ |
| $H_{aNa}$ | 29 8½ | 29 7½ | + 1 |
| $H_{aTl}$ | 28 53 | 28 52½ | + ½ |

**Tabelle XII.**

| | Berechnet | Beobachtet | Differ. |
|---|---|---|---|
| $H_{oLi}$ | 52°38′ | 52°34′ | + 4′ |
| $H_{oNa}$ | 52 21 | 52 20 | + 1 |
| $H_{oTl}$ | 52 3 | 52 2 | + 1 |

Die ziemlich gleichwerthigen Differenzen in gleichem Sinne lassen vermuthen, dass sie lediglich durch den Unterschied der während der Beobachtungen herrschenden und bei der Rechnung angenommenen Temperatur verursacht sind. Hätte ich für $n$ die Werthe des Herrn Brauns für 15° C. benutzt, so würde ich Differenzen nur in Secunden erhalten haben: für $H_{oNa}$ wäre die Diff. = 1′, für die übrigen nicht über 10″ und für $H_{oTl}$ wäre sie = 0.

Ich lege kein grosses Gewicht auf diese nahe Uebereinstimmung von Beobachtung und Rechnung, da der Werth $\frac{n}{\beta}$ nahezu = 1 ist, und auf die Beobachtung von keinem erheblichen Einflusse sein kann. Es lag mir nur daran, zu zeigen, dass die Umkehrung der Strahlen beim Topase unter den vorliegenden Bedingungen eine Nothwendigkeit ist.

Ich habe auch meine anderen Beobachtungen am Topase vom Schneckenstein in gleicher Weise einer Controle unterzogen und stiess überall auf das-

selbe Ergebniss, wobei die Differenzen zwischen 0′ und 16′ (Maximum bei $H_0$) schwankten unter Zugrundelegung meiner Werthe für $n$ bei 20° C.*).

Aus den Zahlenwerthen der Herren Mülheims und Groth gelangte ich ebenfalls zu derselben Erscheinung der Umkehrung. Nur die Angaben des Herrn Offret führen zu einem abweichenden Ergebniss. Würde man nämlich seinen Schneckensteiner Topas in Methylenjodid beobachten, so würde man für $H_a$ wie für $H_0$ erhalten:

$$Na > Li > Tl.$$

Ob dies auf Beobachtungsfehler bei Herrn Offret zurückzuführen ist, oder ob hier eine Anomalie vorliegt, lässt sich schwer entscheiden, zumal wir einer ähnlichen Erscheinung in den alten Beobachtungen von Rudberg**) begegnen, welche indessen die Herren Des Cloizeaux***) und Hintze†) über Bord zu werfen geneigt sind.

Wie die aus Rudberg's Werthen der drei Hauptbrechungsexponenten für einen farblosen, wahrscheinlich brasilianischen Topas berechneten

*) Eines Vergleiches wegen führte ich Beobachtungen am Winkel der optischen Axen des Schwerspaths von Dufton in stark lichtbrechenden Flüssigkeiten aus. Zunächst bediente ich mich des α-Monobromnaphtalins, vermochte darin aber den stumpfen Winkel nur für *Li*-Licht zu messen. Darauf wandte ich Methylenjodid an und führte die Messungen zur Controle ebenfalls mit zwei Apparaten durch. Die Bedingungen bei den Beobachtungen waren dieselben, wie bei den Topasen.

Erste Reihe.

| | $2H_a$ | $2H_0$ | $2V_a$ |
|---|---|---|---|
| | α-Monobromnaphtalin. | | |
| *Li* | 37°26′ | 140°53′ | 87°48′,5 |
| | Methylenjodid. | | |
| *Li* | 35°42′ | 128° 9′,5 | 37°37′ |
| *Na* | 35 59 | 126 40 | 38 8 |
| *Tl* | 36 2 | 125 44 | 38 24,5 |

Zweite Reihe.

Methylenjodid.

| | $2H_a$ | $2H_0$ | $2V_a$ |
|---|---|---|---|
| *Li* | 35°12′ | 128° 3′ | 37°11′ |
| *Na* | 35 28 | 126 32 | 37 40 |
| *Tl* | 35 29 | 125 6 | 37 55 |

Da die Dispersion beim Schwerspath $\varrho < v$ ist, so veranlasst das Methylenjodid eine Abnahme der Dispersion im spitzen Winkel (sie beträgt zwischen *Tl* und *Na* 1′—3′ und eine starke Zunahme im stumpfen Winkel (bis 1°,5), was wiederum die beim Topas beobachtete Erscheinung bestätigt.

**) Pogg. Ann. 1829, 17, 1—29.

***) Nouv. rech. s. l. propr. opt. d. crist. 1867, 102—103.

†) Handb. d. Miner. 1889, 2, 107.

Grössen des Winkels $2V_a$ von der Fraunhofer'schen Linie *B* bis *E* zunehmen und von da ab, nach *H* zu wieder abnehmen, so ergeben auch Herrn Offret's*) Beobachtungen für den gelben brasilianischen Topas ein Maximum bei *Rcd* und besonders deutlich für den farblosen Topas vom Schneckenstein ein Maximum bei *D*.

---

Die mehrfach hervorgehobene Veränderlichkeit des wahren Winkels der optischen Axen bei Topasen verschiedener Fundorte findet auch durch meine Beobachtungen eine Bestätigung. Dagegen vermochte ich weder eine Verschiedenheit bei Krystallen eines und desselben Fundortes (z. B. der Ilménberge), noch in verschiedenen Platten eines und desselben Krystalles, noch endlich an verschiedenen Stellen einer und derselben Platte, wie dies Herr Des Cloizeaux für brasilianische Topase angiebt**), wahrzunehmen. Zwar habe ich Schwankungen bis zu 10′ im Mittel und bis zu 30′ im äussersten Falle für *Tl* (vergl. Tab. VIII) festgestellt, allein ich bin eher geneigt diese Differenzen Beobachtungsfehlern als der Beschaffenheit des Krystalles selbst zuzuschreiben (vergl. Tab. III und IV und die auf sie bezüglichen Bemerkungen). Somit glaube ich zum Vergleiche der optischen Eigenschaften der Topase verschiedener Fundorte ganz wohl die für jeden von ihnen gewonnenen Mittel annehmen zu dürfen.

**Tabelle XIII.**

| Fundort | $2V_{aLi}$ | $2V_{aNa}$ | $2V_{aTl}$ |
|---|---|---|---|
| Ilméngebirge | 65° 52′ | 65° 35′ | 65° 17′ |
| Adun-Tschalon | 64 54 | 64 45 | 64 25 |
| Schneckenstein | 63 14 | 62 59 | 62 50 |

Die ilménischen Topase stehen ihrem optischen Verhalten nach denjenigen, die Herr Mülheims***) unter »Nertschinsk« aufführt — sind sie nicht vielleicht von der Urulgá†)? — sehr nahe; die vom genannten Beobachter für die Linien *C*, *D*, *E* gegebenen Werthe von $2V_a$ weichen von den meinigen für *Li*-, *Na*- und *Tl*-Licht nur wenig ab.

---

*) Bull. soc. franç. de Minér. 1890, **13**, 615 und 624. Uebrigens haben sich in die Tabellen des Herrn Offret vielfach Druckfehler eingeschlichen. Vergl. z. B. die Tabellen auf SS. 619, 622, 623.

**) Man. de Minér. 1862, **1**, 475.

***) Diese Zeitschr. 1888, **14**, 225—226.

†) Dafür spricht die Aehnlichkeit seiner krystallographischen Constanten und seines specifischen Gewichtes nach Kokscharow (Mat. zur Miner. Russl. **2**, 250—251) mit denen der ilménischen.

**Tabelle XIV.**

| Ilménberge Thaddéeff | | »Nertschinsk« Mülheims | | |
|---|---|---|---|---|
| | berechnet | | beobachtet | berechnet |
| $2V_{aLi}$ | 65°52′ | $2V_{aC}$ | 65°56′,5 | 65°58′ |
| $2V_{aNa}$ | 65 35 | $2V_{aD}$ | 65 30,5 | 65 41 |
| $2V_{aTl}$ | 65 17 | $2V_{aE}$ | 64 59,5 | 65 12,5 |

Ebenso nahe Uebereinstimmungen ergeben Herrn Mülheims' und meine Beobachtungen am Schneckensteiner Topase, mit Ausnahme der Werthe für *Tl*-Licht, welche um 0°,5 bis zu 1° von denjenigen für *E* abweichen.

**Tabelle XV.**

| Schneckenstein | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Thaddéeff | | Mülheims | | |
| | berechnet | | beobachtet | berechnet |
| $2V_{aLi}$ | 63°14′ | $2V_{aC}$ | 63°10′ | 63°46′,5 |
| $2V_{aNa}$ | 62 59 | $2V_{aD}$ | 62 33 | 63 19 |
| $2V_{aTl}$ | 62 50 | $2V_{aE}$ | 61 51 | 62 24 |

---

Wenn sich bei meinen Einzelbeobachtungen auch mehr oder weniger grosse Schwankungen ergeben, so halte ich die Mittelwerthe (vergl. Tab. XIII) immerhin für zuverlässig genug, um aus ihnen zu folgern, dass die Differenzen zwischen $2V_{aLi}$, $2V_{aNa}$ und $2V_{aTl}$ auch bei Topasen verschiedener Fundorte constante Grössen sind.

**Tabelle XVI.**

| Fundorte | *Li* | *Na* | *Tl* |
|---|---|---|---|
| Ilménberge — Adun-Tschalon | 0°58′ | 0°50′ | 0°52′ |
| Adun-Tschalon — Schneckenstein | 1 40 | 1 46 | 1 35 |
| Ilménberge — Schneckenstein | 2 38 | 2 36 | 2 27 |

# XXXII. Kupferkies von der Grube Victoria bei Burgholdinghausen (Kreis Siegen).

Von

L. Souheur in Aachen.

(Aus dem mineralogischen Institut der königl. technischen Hochschule.)

---

Die aus wechsellagernden Thonschiefern, Grauwackenschiefern und Grauwacken bestehenden Schichten, in welchen die beiden Gänge der Grube Victoria aufsetzen, gehören der obersten Abtheilung des Unterdevons, den Coblenzschichten an. Sie streichen, von einzelnen besonders in der Nähe der Gänge häufiger auftretenden Unregelmässigkeiten abgesehen, in St. 4 und fallen mit 35° bis 70° nach Süden ein.

Der »liegende Gang« hat bei einem westlichen Einfallen von 60° bis 70° ein Generalstreichen von St. 12 und eine durchschnittliche Mächtigkeit von $\frac{1}{2}$ bis 1 m. Der »Hauptgang« hat in seinem südlichen Theile gleiche Mächtigkeit und dasselbe Einfallen wie der liegende Gang. In seinem nördlichen Theile streicht er mit östlichem Einfallen in St. 2 und thut sich stellenweise bis zu 8 m Mächtigkeit auf.

Gänge und Nebengestein sind durch eine grosse Zahl von Ueberschiebungen (»Deckelklüften«), welche annähernd parallel den Schichten streichen und durchgehends ein südliches Einfallen haben, gestört. Die durch Lattensalbänder sowohl im Hangenden als im Liegenden gegen das Nebengestein scharf abgegrenzte Gangausfüllung besteht aus Schieferthon, Grauwacke, Quarz, Schwerspath, Talk, Spatheisenstein, Bleiglanz, Kupferkies, Buntkupfererz, Eisenkies und Fahlerz. Ausserdem findet sich in grösseren Partien ein Gestein von flaseriger Textur, bestehend aus flach abgerundeten, äusserst harten Grauwackenbruchstücken, welche von einer sericitischen Substanz umhüllt sind.

Ganz vereinzelt treten kleine Einsprengungen von Blende auf.

In den oberen Teufen (in dem »Eisernen Hut«) finden sich als Zersetzungsproducte der Gangmineralien Brauneisenstein, verschiedene oxydische

Manganerze, Weissbleierz, Vitriolblei, sowie als Seltenheit auf mulmigem Bleiglanz gediegener Schwefel in kleinen, unausgebildeten Krystallen.

Eine Wechselbeziehung zwischen Erzführung und Nebengestein wollen die dortigen Bergleute insofern beobachtet haben, als der Gang im schiefrigen Nebengesteine edler als in der festen Grauwacke auftreten soll.

Die Textur der Gangausfüllung zeigt wenig Gesetzmässigkeit. Als Regel kann gelten, dass die liegende Partie des Ganges mehr Quarz führt und erzreicher ist als die hangende, in welcher Grauwacke und Schieferthon vorherrschen.

Nur der fleischrothe bis intensivrothe Spatheisenstein findet sich zuweilen rein in grösseren Massen. Im Uebrigen sind die Gangmineralien regellos miteinander verwachsen. Der Bleiglanz ist meist grossblätterig und im Vergleiche zu den Vorkommen auf den Nachbargruben silberarm.

Drusen finden sich abgesehen vom Eisernen Hut häufig nur im Quarz, ab und zu auch im Kupferkies. Dieselben enthalten neben Spatheisenstein- und Eisenkieskrystallen Krystalle von Kupferkies, welche zuweilen von hervorragender Schönheit sind.

Von Herrn Obersteiger Krug erhielt ich drei kleine Kupferkiesstufen, deren Krystalle infolge ihrer regelmässigen Ausbildung und der Glätte der Flächen zu einer Messung sehr geeignet erschienen. Dieselbe wurde im mineralogischen Institut der technischen Hochschule zu Aachen ausgeführt.

Die Stufen unterscheiden sich durch die Farbe und den etwas verschiedenen Habitus der Krystalle.

Die Stufen I und II haben eine silbergraue Farbe, veranlasst durch einen äusserst dünnen Ueberzug eines fremden Minerals, welcher jedoch der Glätte der Flächen durchaus keinen Eintrag thut.

Die Annahme liegt nahe, dass man es mit der von Sadebeck*) beobachteten orientirten Ueberwachsung von Kupferkies durch Fahlerz zu thun habe. Auch an Bournonit könnte man denken.

Diese Annahmen sind jedoch ausgeschlossen, da durch die chemische Untersuchung, welche Herr Thaddéeff liebenswürdig genug war vorzunehmen, die Abwesenheit von Antimon erwiesen wurde. Dagegen wurde neben Kupfer und Eisen, welche zweifelsohne von der Unterlage herrühren, Blei nachgewiesen.

Mit Rücksicht hierauf, sowie auf den Umstand, dass auf einzelnen Flächen rechtwinklig gebrochene Zickzacklinien, welche anscheinend durch ungleiches Wachsthum des Ueberzuges veranlasst sind, sich beobachten lassen, muss man das fragliche Mineral für Bleiglanz ansprechen.

Bei fast sämmtlichen Krystallen ist die Pyramide zweiter Ordnung

*) Zeitschr. d. deutsch. geol. Ges. Jahrg. 1872, S. 441.

*z*{201} die herrschende Form. Ausserdem treten von Pyramiden dieser Reihe noch *e*{101} und *g*{203} auf. Zwischen den Reflexen von *z* und *e* tritt an einem der gemessenen Krystalle eine langgezogene Reihe von Reflexen auf, von denen zwei etwas hervortreten. Dieselben können ohne Zwang den bisher noch nicht beobachteten Pyramiden {605} und {706} zugeschrieben werden. Die Basis *c*{001} ist bei den Krystallen der Stufe II nicht vorhanden oder doch nur sehr klein, bei den nach einer Nebenaxe etwas verzerrten Krystallen der Stufen I und III dagegen gut entwickelt. Die Sphenoide {111} und {1$\bar{1}$1} treten an den Stufen I und III nur als ganz schmale, die Kanten der Pyramiden {201} abstumpfende Leisten auf und unterscheiden sich weder in der Grösse, noch in der Flächenbeschaffenheit. An den Krystallen der Stufe II hingegen sind die Sphenoide deutlich ausgebildet. Eines derselben ist herrschend und durch Riefung ausgezeichnet. Die Riefen laufen parallel der Kante (111):(201) und sind durch wiederholtes Auftreten zweier Skalenoëder bedingt. Diese Skalenoëder {312} und {534} sind für Kupferkies neu.

Ausser diesen tritt noch ein flacheres Skalenoëder derselben Stellung auf. An Grösse übertrifft es die beiden anderen. Die Flächenbeschaffenheit gestattet indessen eine Messung nicht.

Da keines der bekannten positiven und negativen Skalenoëder an den vorliegenden Krystallen auftritt, so muss die Frage, ob die beobachteten Skalenoëder positive oder negative sind, offen bleiben. Hält man jedoch den Umstand, dass das geriefte Sphenoid das herrschende ist, für bedeutsam genug, um dasselbe als positives zu bezeichnen, so hat man in den neuen Formen positive Skalenoëder vor sich. Zwillinge sind an allen drei Stufen häufig. Die Zwillingsebene ist {111}, und das eine Individuum ist aus der parallelen Lage um 180° um die Zwillingsaxe (die Normale zu {111} und {$\bar{1}\bar{1}\bar{1}$}) gedreht. Die Folge davon ist, dass stets eine geriefte Sphenoidfläche des einen Individuums mit einer glatten des anderen zusammenstösst. Es ist demnach dasselbe Gesetz, welches Sadebeck*) am Kupferkies desselben Fundortes beobachtet hat.

In der nachstehenden Tabelle sind die Ergebnisse der Messungen zusammengestellt. Die Krystalle Nr. 1 und Nr. 2 entstammen der Stufe I, Nr. 3 ist von Stufe II. Der Berechnung ist das von Dana**) angegebene Axenverhältniss 1 : 1 : 0,98525 zu Grunde gelegt.

*) Zeitschr. der deutsch. geol. Ges. Jahrg. 1868, S. 595.

**) Dana, System of mineral. 1892, S. 80.

| | Nr. des Krystalls | Gemessen | Mittel daraus | Berechnet | Bemerkungen |
|---|---|---|---|---|---|
| $p : c = (111):(001)$ | 1 | 54°18½′ | | | |
| | 1 | 54 20½ | 54°19½′ | 54°20′ | |
| $x : c = (113):(001)$ | 1 | 24 54 | — | 24 54¾ | |
| $z : c = (201):(001)$ | 2 | 63 1½ | | | |
| | 1 | 63 2 | | | |
| | 2 | 63 3½ | 63 3¼ | 63 5½ | |
| | 1 | 63 6 | | | |
| (605):(001) | 2 | 49 45 | — | 49 46¼ | schlechte Reflexe |
| (706):(001) | 2 | 49 7 | — | 48 58½ | schlechte Reflexe |
| $e : c = (101):(001)$ | 2 | 44 33 | | | |
| | 2 | 44 33½ | | | |
| | 1 | 44 33½ | 44 33½ | 44 34½ | |
| | 1 | 44 34 | | | |
| $g : c = (203):(001)$ | 2 | 33 17 | | | |
| | 2 | 33 17½ | | | |
| | 1 | 33 18 | 33 18¾ | 33 18 | |
| | 1 | 33 22½ | | | |
| $z:(312) = (201):(312)$ | 3 | 16 55 | | | guter Reflex |
| | 3 | 16 45½ | 16 55 | 16 59 | schlechte Reflexe |
| | 3 | 17 4½ | | | schlechte Reflexe |
| $z:(534) = (201):(534)$ | 3 | 27 33 | | | mittelgute Reflexe |
| | 3 | 27 30½ | 27 33 | 27 36¾ | mittelgute Reflexe |
| | 3 | 27 36 | | | mittelgute Reflexe |
| $z : p = (201):(111)$ | 3 | — | — | 39 5½ | $p$ ist nicht einstellbar |
| $z : z = (201):(201)$ | 3 | 78 8 | | | |
| | 3 | 78 1 | 78 4½ | 78 11 | |

# XXXIII. Greenockit, Wurtzit und Smithsonit von der Grube Lüderich bei Bensberg.

Von

L. Souheur in Aachen.

(Aus dem mineralogischen Institut der königl. technischen Hochschule.)

---

Bei einem Besuche der Zinkerzgrube Lüderich bei Bensberg, welche in weiteren Kreisen durch den verhältnissmässig hohen Galliumgehalt ihrer Zinkblende bekannt geworden ist, fiel mir auf einer Erzhalde am Mundloche des »tiefen Lüderichstollens« ein bisher in dortiger Gegend noch nicht beobachtetes Mineral von canariengelber bis zeisiggrüner Farbe auf. Das Haufwerk der Halde stammte von der erst seit kurzem in Abbau begriffenen nördlichen Fortsetzung der »nördlichen Lagerstätte«. Das Mineral, welches sich bei der von Herrn Thaddéeff vorgenommenen chemischen Untersuchung als Greenockit erwies, bildet erdige Anflüge auf den Klüften, welche die Gangmasse (Thonschiefer, Grauwacke und derbe, dunkelgefärbte Blende) durchziehen.

Auf denselben Klüften kommen neben Kalkspath-, Quarz- und Blendekrystallen mit der Lupe schwer erkennbare, aber auf chemischem Wege unzweifelhaft als Wurtzit und Smithsonit bestimmte Krystalle vor.

Kratzt man die Wurtzitkrystalle ab und beobachtet dieselben unter dem Mikroskope, so erkennt man unter vielen unregelmässig geformten Bruchstücken lang trapezförmige, deutlich hemimorphe Gestalten mit zwei gleichen gegenüberliegenden stumpfen Winkeln und zwei ungleichen Spitzen.

Die mit Hülfe des Fadenkreuzes und des drehbaren Tischchens vorgenommene Messung ergab für den einen spitzen Winkel 77°—78°. Der andere spitze Winkel lag bei einer Gruppe von Krystallen zwischen 23° und 28°,5, bei einer anderen zwischen 31° und 36°.

Die gemessenen Winkel können wohl nur als Winkel von Pyramidenkanten aufgefasst werden.

Die Berechnung ergiebt für diese Winkel der Pyramiden $\{50\bar{5}1\}$ 27° 30′, $\{40\bar{4}1\}$ 34° 1′, $\{30\bar{3}2\}$ 78° 24′, welche Werthe mit den gemessenen in Anbetracht der primitiven Mittel der Messung ziemlich gut übereinstimmen. Die genannten Pyramiden sind am Wurtzit bisher nicht beobachtet; die beiden ersten kennt man am Greenockit.

Die sammetartig glänzenden, durchscheinenden, schmutziggelb bis dunkelgrün gefärbten Smithsonitkrystalle zeigen Prisma und Basis und bilden infolge des Vorherrschens der letzteren sechsseitige Plättchen, ein Habitus, der anscheinend bisher nicht beobachtet ist. Das Prisma charakterisirt sich durch die an ihm wahrnehmbare, durch das Auftreten eines Rhomboëders veranlasste, schräge Streifung als solches zweiter Stellung.

Der Neigungswinkel der Streifen zur Kante $[11\bar{2}0.0001]$, welcher unter dem Mikroskope gemessen wurde, beträgt im Mittel 34° (Grenzwerthe 33°—37°) und entspricht ziemlich genau dem Rhomboëder $\{40\bar{4}5\}$ (berechnet 33° 54′).

# XXXIV. Ueber Andalusit vom Pitzthale in Tirol.

Von

**P. Engelhard Haefele** in Innsbruck.

(Aus dem mineralogisch-petrographischen Institute der Universität.)

Unter den Andalusitvorkommen Tirols ist ganz besonders das von Lisens im Sellrainthale bekannt. Die krystallographischen Verhältnisse, sowie die Lagerung des Minerals dieses Fundortes sind mehrfach besprochen worden, und zwar besonders von Liebener und Vorhauser*), Kenngott**), Stotter***), Zepharovich†) und Groth††). Zugleich mit diesem Vorkommen erwähnen aber Liebener und Vorhauser und nach ihnen Zepharovich auch Andalusitfundstätten im Langtauferer, Stubeier und Pitz-Thale, bezweifeln jedoch das Vorkommen des genannten Minerals im Stubei- und Pitzthale; allein Stotter†††) erwähnt, dass bei St. Leonhard im Pitzthale an der Thalsohle röthliche Andalusite gefunden wurden. Nach seiner Angabe aber hat Stotter nicht die eigentliche Lagerstätte, sondern nur Geschiebe gefunden; dieselbe wurde erst im Jahre 1891 von Herrn Professor Dr. Cathrein gelegentlich der petrographischen Durchforschung des Pitzthales in zahlreichen, im Quarz des Glimmerschiefers eingewachsenen Krystallen unweit St. Leonhard entdeckt. Diese, sowie weiteres im Auftrage des Herrn Prof. Dr. Cathrein vom Institutsdiener R. Bär gesammeltes Material diente mir nun zur Untersuchung, welche auf Anregung und unter umsichtiger Leitung des Herrn Prof. Dr. Cathrein

*) Die Mineralien Tirols. Innsbruck 1852, 8.

**) Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen 1854, 154 und Sitzungsberichte der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1855, **14**, 269.

***) Zeitschrift des Ferdinandeums 1859, 57.

†) Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Oesterreich 1859, **1**, 14; 1873, **2**, 12.

††) Die Mineraliensammlung der Kaiser-Wilhelm-Universität Strassburg 1878, 183.

†††) Zeitschrift des Ferdinandeums 1859, 82.

ausgeführt wurde, wofür es mir an dieser Stelle erlaubt sei, ihm meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

Der Andalusit von Pitzthal erscheint in ringsum ausgebildeten Krystallen und Gruppen eingewachsen in Quarzlinsen des Glimmerschiefers, welche concordant seiner Schieferung eingelagert als gleichzeitige Bildungen aufzufassen sind. Als Gemengtheil des Glimmerschiefers selbst kommt der Andalusit nicht vor. Dieselben Lagerungsverhältnisse zeigt auch der Andalusit von Lisens, weshalb die Angaben Liebener's und Vorhauser's*) und Anderer nach ihnen, wie z. B. Hintze's**), über das Auftreten des Andalusits in Gängen und Adern, wobei man an spätere Bildungen denkt, zu berichtigen sind.

Die wesentlichen Bestandtheile des Glimmerschiefers sind Biotit, Muscovit und Quarz. Dazu kommen noch untergeordnet und gelegentlich Feldspath, Granat und Pyrit. In convergentem Lichte zeigt der Muscovit bedeutend grösseren Axenwinkel als der Biotit. In beiden Glimmern liegen Rutilhaare, im Biotit auch Rutilnadeln eingebettet. Der Muscovit ist es ferner, der die Andalusitkrystalle in bald grösserem, bald kleinerem Maasse überzieht. Als accessorische Bestandtheile des Glimmerschiefers sind zu erwähnen: Plagioklas in Körnerform von weisser Farbe mit perlmutterglänzenden Spaltungsflächen dem Gesteine häufig beigemengt. Unter dem Mikroskope ist er theilweise trübe, zersetzt; die Polarisationsfarben sind lebhaft, die Auslöschung, an verschiedenen Spaltungsblättchen gemessen, nahezu 0°, 15° und 20°, was auf Oligoklas-Albit hinweist. Polysynthetische Zwillingsbildung ist nicht zu beobachten. Ferner findet sich im Gesteine mitunter rother Granat in Rhombendodekaëdern und unregelmässigen Körnern nahe bis zur Grösse eines $cm^3$. Unter dem Mikroskope ist er blassroth, zerklüftet, isotrop und stark lichtbrechend. Pyrit ist im Glimmerschiefer als Korn und in kleinen Würfelchen von 1—3 $mm^3$, selten von gelber Farbe, meistens braun oxydirt, sehr spärlich eingesprengt.

In den Quarzlinsen, welche dem Glimmerschiefer, der durch seinen öfteren Feldspathgehalt dem Gneisse sich nähert, eingelagert sind, finden sich wie in Pegmatiten die Bestandtheile des Glimmerschiefers selbst, und zwar in grösseren Individuen Muscovit, Biotit und Feldspath.

Der Muscovit erscheint hier in Krystallen von ungefähr 1 $cm^2$, als sechsseitige Tafeln, 1—3 mm dick, mit Randwinkeln von ungefähr 120° und lebhaften, bunten, irisirenden Polarisationsfarben. Der Axenwinkel ist gross.

Der Biotit, welcher im Gesteine selbst vorwiegend ist, tritt in den Quarzlinsen seiner Häufigkeit nach hinter den Muscovit zurück, ist jedoch

---

*) Die Mineralien Tirols 1852, 8.

**) Handbuch der Mineralogie 1889, 1, 134.

in ebenso grossen Krystallen entwickelt wie dieser. Soviel die dünnen Blätter erkennen lassen, finden sich ausser der Basis (001) noch (110) und (010) als Randflächen. Der Axenwinkel ist viel kleiner als der des Muscovits. Die Farben der Querschnitte sind hellbraun, wenn die Spalten des Biotits senkrecht zur Schwingungsebene des Lichtes, dunkelbraun bis schwarz, wenn erstere parallel den Schwingungen des Lichtes sind. Die Polarisationsfarben sind lebhaft, die basischen Blättchen aber erscheinen isotrop. Als Einschlüsse des Biotits finden sich Rutilnadeln.

Der Feldspath erweist sich sowohl makro- als auch mikroskopisch als Periklin. Die bis zu 1 cm grossen Krystalle von weisser und gelblichweisser Farbe sind nach der Makroaxe gestreckt und zeigen Perlmutterglanz an den Spaltflächen. Die Periklinzwillinge sind makroskopisch erkennbar. Durch Messungen mit dem Anlegegoniometer wurden die Flächen $P = \{001\}0P$, $M = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $T = \{1\bar{1}0\}\infty'P$, $l = \{110\}\infty P'$, $x = \{\bar{1}01\}'\bar{P}'\infty$ bestimmt. Polysynthetische Zwillingslamellen sind weder makro- noch mikroskopisch zu sehen. Unter dem Mikroskope ist er weissdurchsichtig oder trübe, die Trübung rührt, wie die Betrachtung bei gekreuzten Nicols lehrt, von theilweiser Umwandlung in glimmerähnliche Mineralien her. Die Polarisationsfarben sind lebhaft, die Auslöschungsschiefen, an den verschiedenen Spaltblättchen gemessen, nahezu 0°, 15° und 20°.

Ausser diesen drei Mineralien enthalten die Quarzlinsen noch näherstehende Begleitmineralien des Andalusits, nämlich Buchholzit, ziemlich häufig, und seltener Disthen, der hier infolge seiner weissen Farbe als Rhätizit zu bezeichnen und von dem später zu beschreibenden Cyanit, der als Einschluss in dem Andalusit sich findet, wohl zu unterscheiden ist. Buchholzit und Rhätizit erscheinen stengelig-faserig, und sind optisch als solche erkannt worden, entsprechend der unten folgenden Charakteristik.

Die Farben des Andalusits sind dunkelroth, blau, schmutzig dunkelgrün und hellgrün. Die meisten Krystalle sind ganz undurchsichtig, nur wenige kantendurchscheinend. Die rothen und blauen Individuen halten die Mitte zwischen Glas- und Fettglanz, während die grünen entschieden fettglänzend bis matt sind. Die Härte der rothen Krystalle liegt zwischen 7 und 8, sinkt aber bei den grünen bis zum vierten und dritten Grade herab.

Die Grösse der Krystalle wechselt vom Winzigen bis zu einer Länge von 15 cm. Bezüglich der Gestalt zeigen selbe im Allgemeinen eine bedeutende Streckung nach der $c$-Axe, wie am Andalusit von Lisens. Gelegentlich sei bemerkt, dass Schrauf's*) Darstellungen von Krystallen des letztgenannten Fundortes nach der $c$-Axe zu gedrungen sind.

---

*) Atlas der Krystallformen des Mineralreichs 1877, 1, Taf. X, Fig. 3, 5, 6.

Die Messungen an den Krystallen des Pitzthaler Andalusits wurden, wie aus den approximativen Angaben in der folgenden Tabelle ersichtlich wird, nur mit dem Anlegegoniometer, und auch damit wegen der Unebenheit der Flächen mit Schwierigkeit ausgeführt. Versuche mit dem Reflexionsgoniometer blieben infolge der zu schwachen Spiegelung der Flächen resultatlos, mit Ausnahme von ein Paar Fällen, wo Schimmermessungen angewendet wurden. Die Messungen wurden bei jeder einzelnen Kante 6 bis 15mal wiederholt und daraus das Mittel genommen; bei Messungen mehrerer gleicher Kanten sind ihre Grenzwerthe und das Mittel angegeben.

Bei der Wahl des Axenverhältnisses zur Berechnung der Formen kamen, da zur Aufstellung eines eigenen keine geeigneten Messungen vorlagen, vorerst in Betracht die Constanten von Miller*), Des Cloizeaux**) und Haidinger***) wegen der Genauigkeit und Güte der zu Grunde liegenden Messungen. Aus den arithmetischen Mitteln derselben gewann bekanntlich Kokscharow†) das Axenverhältniss $a : b : c = 0,986323 : 1 : 0,702454$, welches bis heute als das relativ beste auch meinen Winkelberechnungen zur Grundlage diente. Bezüglich der übrigen Messungen und Aufstellungen, welche vom Andalusit vorliegen, ist Folgendes zu bemerken.

Bertrand††) und Grünhut†††) haben zwar auch den Grundprismenwinkel, aber nur an Spaltungsflächen, die ja immer ungenau sind, gemessen. Kenngott's*†) Messungen können wegen der unzuverlässigen Messmethode ebensowenig als die Aufstellungen von Dana, Groth, Rammelsberg, Naumann-Zirkel, Tschermak, Schrauf und Anderer bei der Wahl des Axenverhältnisses Anwendung finden, da diese Forscher meistens gar keine eigenen, sondern nur übernommene Winkel und Axenverhältnisse oder unsichere Messungen bei der Berechnung benutzt haben.

Goldschmidt's**†) Umstellung und Grünhut's***†) Neuaufstellung nach Des Cloizeaux's Winkeln empfehlen sich nicht, weil die Flächenzeichen durch dieselben nicht einfacher, oder sogar complicirter werden. Hintze§) bringt das Axenverhältniss Des Cloizeaux's, doch mit einem

*) Brooke and Miller, An Elementary Introduction to Mineralogy 1852, 284.

**) Manuel de Minéralogie 1862, 173.

***) Poggendorff's Annalen 1844, 61, 295.

†) Materialien zur Mineralogie Russlands 1866, 5, 164.

††) Bulletin de Société minéralogique de France 1878, Nr. 6, und diese Zeitschr. 1879, 3, 641.

†††) Diese Zeitschr. 1884, 9, 113.

*†) Sitzungsberichte der math.-naturwiss. Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften. Wien 1855, 14, 270.

**†) Index der Krystallformen 1886, 1, 202.

***†) Diese Zeitschr. 1884, 9, 113.

§) Handbuch der Mineralogie 1889, 1, 128.

Fehler in der $c$-Axe. Aus den Fundamentalwinkeln Des Cloizeaux's folgt $c = 0{,}70245$, nicht wie Hintze setzt $c = 0{,}70238$. Seine Winkel stimmen dagegen genau mit Ausnahme von $(121):(001) = 57^\circ 35\frac{1}{2}'$, wobei die halbe Minute nach der gewählten Abkürzung auf ganze Minuten überflüssig ist, da aus Des Cloizeaux's und Hintze's $c$-Axe sich $(121):(001) = 57^\circ 35' 26''$ und $57^\circ 35' 16''$ berechnet. Bei Abkürzung auf halbe Minuten müsste z. B. auch der Winkel $(101):(210) = 58^\circ 38\frac{1}{2}'$ und nicht wie von Hintze $58^\circ 39'$ gesetzt werden, da dessen Berechnung $58^\circ 38' 36''$ ergiebt. Denselben Fehler findet man in Dana's Systematik*), wo auch noch $(111):(\bar{1}11) = 60^\circ 29'$ statt $60^\circ 28\frac{1}{2}'$ zu setzen wäre, während dort das Des Cloizeaux'sche Axenverhältniss und die anderen Winkel genau stimmen.

Tschermak**) führt Haidinger's Andalusitwinkel für $\{110\}\infty P$ $89^\circ 10'$ richtig an, hingegen für $\{101\}\bar{P}\infty$ $71^\circ$ anstatt $70^\circ 56'$.

Die nun beobachteten Formen lassen sich nach ihrer Häufigkeit etwa in folgende Reihe bringen: $\{110\}$, $\{001\}$, $\{011\}$, $\{210\}$, $\{320\}$, $\{100\}$, $\{101\}$, $\{121\}$, $\{111\}$, $\{013\}$, $\{112\}$, $\{032\}$, $\{051\}$.

Was die Ausdehnung der Flächen betrifft, so herrscht neben der fast nie fehlenden Basis auch hier stets das Grundprisma, wie beim Andalusit von Lisens, vor. Treten zu diesem die Makroprismen, so könnte man das Grössenverhältniss dieser zum Grundprisma etwa wie 1 : 4 bezeichnen. Ebenso untergeordnete oder noch schwächere Entwickelung zeigt das nicht seltene Makropinakoid. Grösser entwickelt sind das Makro- und häufigere Brachydoma, die zuweilen an ein und demselben Krystalle sich finden; mitunter bewirkt die überwiegende Ausdehnung des Brachydomas das vollständige Verschwinden der Basis und die dadurch giebelförmige Form der Krystallköpfe, wie dieselbe am Lisenser Andalusit zu beobachten und in Schrauf's Atlas zutreffend dargestellt ist***).

Die Grundpyramide $\{111\}P$ wurde durch Messung mittelst des Anlegegoniometers an zwei Krystallen, an dem einen als 0,3 cm breiter und 1 cm langer, an dem anderen als 0,15 cm breiter und 0,5 cm langer Streifen in der Zone von Basis zu Grundprisma genau bestimmt. An zwei anderen Krystallen findet sie sich als schmaler Streifen und wurde in diesen Fällen $\{111\}$ durch Zonenlage und Schimmermessung festgestellt.

Die Pyramide $\{121\}2\check{P}2$ findet sich im Ganzen 6mal in der Zone $[110:011]$. Nur in zwei Fällen aber, wo die Fläche das eine Mal in einer Ausdehnung von 0,4 cm Länge und 0,3 cm Breite, das andere Mal als 0,2 cm breiter und 0,4 cm langer Streifen entwickelt ist, konnte mit dem Anlegegoniometer gemessen werden, während in den übrigen Fällen die Pyramide nur durch approximative Schimmermessungen bestimmt wurde.

*) System of Mineralogy 6. Edition 1892, 496.

**) Mineralogie 4. Auflage 1894, 480.

***) Atlas der Krystallformen des Mineralreiches 1877, 1, Taf. X, Fig. 2 und 4.

Die bisher besprochenen Formen hat Kenngott*) bereits auch an einem Krystalle von Lisens bestimmt, und gehören überhaupt zu den gewöhnlichen Andalusitflächen.

Die im Folgenden beschriebenen und am Pitzthaler Vorkommen beobachteten Flächen sind für den Andalusit neu.

Das neue Makroprisma $\{320\}\infty\bar{P}\frac{3}{2}$ findet sich gar nicht selten in der $c$-Axenzone, ist jedoch wegen Unebenheit oder Rauhheit seiner oder der angrenzenden Flächen nicht immer messbar. Die Breite erreicht 0,5 cm. Wie das Makroprisma $\{210\}$ ist auch $\{320\}$ ungleichmässig und unvollzählig in den Flächen entwickelt. Selten findet sich $(320)$, $(3\bar{2}0)$, öfters tritt $(320)$ mit $(110)$ und $(210)$ in Combination. Uebrigens habe ich $\{320\}$ auch an Krystallen aus Lisens durch Messung gefunden und bestimmt.

Das neue Brachydoma $\{032\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ ist an einem Krystalle in der Zone $[001:011]$ mit einer Fläche entwickelt von ungefähr 0,3 cm Länge und Breite; sie ist gut ausgebildet und gewährt sichere Messung.

Das neue Brachydoma $\{054\}\frac{5}{4}\breve{P}\infty$ findet sich an einem Krystalle in einer Ausdehnung von 0,2 cm² in der Zone von Basis $\{001\}$ zu den Brachydomen $\{011\}$ und $\{013\}$ mit einer Fläche entwickelt.

Das neue Brachydoma $\{013\}\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ fand sich mit je einer Fläche an drei Individuen; einmal in der Zone zwischen der Basis und dem Brachydoma $\{011\}$, das zweite Mal in der Zone zwischen den Brachydomenflächen $\{011\}$ ohne Basisfläche, das dritte Mal als 0,3 cm lange und 0,2 cm breite, glänzende Fläche in der Zone von $(0\bar{1}1)$ zum oben beschriebenen neuen steileren Doma $(054)$. An dem einen Krystalle war der Winkel von $(013):(011)$, an dem anderen der von $(013):(0\bar{1}1)$ verhältnissmässig genau zu messen. Der Winkel von $(013)$ zu Basis und Grundprisma konnte wegen sehr ungünstiger Entwickelung derselben durch Messung nicht gut bestimmt werden. An dem dritten wurde der Winkel zu $(110)$, zur $c$-Axe und zu $(054)$ gemessen.

Die neue Pyramide $\{112\}\frac{1}{2}P$ fand sich zweimal, jedoch konnte sie nur einmal als gut entwickelte Fläche von 0,4 cm Breite und 0,9 cm Länge in der Zone $[001:110]$ durch Messungen mit dem Anlegegoniometer bestimmt werden. Das zweite Mal war ihre Bestimmung infolge der schmalen, wenn auch deutlichen Entwickelung nur durch Schimmermessungen und durch ihre Lage in der Zone $[101:011]$ möglich.

Schliesslich möchte ich noch mehrerer Flächen gedenken, welche infolge grosser Unebenheit oder Kleinheit nur höchst unzuverlässige Messungen zuliessen, die ungefähr auf das Doma $\{401\}4\bar{P}\infty$ und die Pyramiden $\{552\}\frac{5}{2}P$, $\{211\}2\bar{P}2$ und $\{423\}\frac{4}{3}\bar{P}2$ hindeuten, ohne dass vorläufig eine Feststellung thunlich ist.

*) Sitzungsberichte der mathematisch-naturwissenschaftlichen Classe der kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, Wien 1855, **14**, 269.

Gelegentlich sei hier bemerkt, dass die Form {031}3$\breve{P}\infty$, welche an einem Krystalle von Kossoi Brod von P. W. Jeremejew*) beobachtet wurde, weder im Index von Goldschmidt, noch im Handbuch der Mineralogie von Hintze berücksichtigt, hingegen von Dana in seiner neuen Systematik**) aufgenommen wurde.

Es finden sich also am Andalusit von Pitzthal sämmtliche am Lisenser Andalusit beobachteten Krystallformen, sowie auch alle am Andalusit überhaupt bis jetzt bekannten Formen mit Ausnahme von {010}, {120} und {031}, wofür aber die neuen {320}, {032}, {054}, {013} und {112} erscheinen.

In der nun folgenden Tabelle sind die neuen Formen mit * bezeichnet. Die für die neuen Formen gewählte Buchstabensignatur enthält passend Zeichen, welche bisher von keinem Autor verwendet worden sind.

| Formen | Winkel | Gemessen | | | | Berechnet nach $a:b:c =$ 0,9863 : 1 : 0,7025 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Krystalle | Kanten | Grenzen | Mittel | |
| $P = \{001\}0P$ | (001):(110) | 12 | 12 | $89\frac{1}{2}^0$—$90\frac{1}{4}^0$ | $89\frac{3}{4}^0$ | 90° 0′ 0″ |
| $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$ | (100):(110) | 5 | 6 | 44 —$45\frac{1}{2}$ | 45 | 44 36 17 |
| | (100):(210) | 1 | 1 | — | $26\frac{3}{4}$ | 26 15 1 |
| $k = \{210\}\infty\bar{P}2$ | (210):(2$\bar{1}$0) | 1 | 1 | — | $52\frac{3}{4}$ | 52 30 2 |
| | (210):(110) | 9 | 10 | 18 —$18\frac{3}{4}$ | $18\frac{1}{4}$ | 18 21 16 |
| *$i = \{320\}\infty\bar{P}\frac{3}{2}$ | (320):(3$\bar{2}$0) | 1 | 1 | — | $66\frac{1}{2}$ | 66 39 19 |
| | (320):(2$\bar{1}$0) | 1 | 1 | — | $58\frac{1}{2}$ | 59 34 40 |
| | (320):(110) | 6 | 7 | 11 —$12\frac{1}{4}$ | $11\frac{1}{2}$ | 11 16 43 |
| $M = \{110\}\infty P$ | (110):(1$\bar{1}$0) | 8 | 8 | 89 —90 | 89 | 89 12 34 |
| | (110):($\bar{1}$10) | 19 | 23 | 90 —92 | 91 | 90 47 26 |
| $r = \{101\}\bar{P}\infty$ | (101):(001) | 2 | 2 | $35\frac{1}{2}$ —36 | $35\frac{3}{4}$ | 35 27 38 |
| | (101):(110) | 4 | 5 | 65 —$65\frac{1}{4}$ | $65\frac{1}{4}$ | 65 36 14 |
| | (101):(011) | 1 | 1 | — | $48\frac{1}{2}$ | 48 12 11 |
| *$u = \{032\}\frac{3}{2}\breve{P}\infty$ | (032):(001) | 1 | 1 | — | $46\frac{1}{2}$ | 46 29 57 |
| | (032):(110) | 1 | 1 | — | $59\frac{1}{2}$ | 59 22 44 |
| *$v = \{054\}\frac{5}{4}\breve{P}\infty$ | (054): $c$-Axe | 1 | 1 | — | $48\frac{3}{4}$ | 48 42 46 |
| | (054):(110) | 1 | 1 | — | 63 | 62 23 49 |
| | (054):(013) | 1 | 1 | — | $27\frac{1}{2}$ | 28 6 29 |
| $s = \{011\}\breve{P}\infty$ | (011):(001) | 4 | 5 | 35 —$35\frac{3}{4}$ | $35\frac{1}{2}$ | 35 5 17 |
| | (011):(110) | 10 | 11 | $64\frac{1}{2}$ —$66\frac{1}{2}$ | 66 | 66 11 35 |

*) Verhandlungen der russischen mineralogischen Gesellschaft 1888, **24**, 451 und diese Zeitschr. 1889, **15**, 554.

**) System of Mineralogy 6. Aufl. 1892, 496.

| Formen | Winkel | Gemessen | | | | Berechnet nach $a:b:c =$ 0,9863 : 1 : 0,7025 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Kry-stalle | Kan-ten | Grenzen | Mittel | |
| $^*t = \{013\}\frac{1}{3}\breve{P}\infty$ | (013): $c$-Axe | 1 | 1 | — | 77° | 76° 49′ 45″ |
| | (013):(110) | 1 | 1 | — | $80\frac{1}{2}$ | 80 47 44 |
| | (013):(011) | 1 | 1 | — | 22 | 21 54 32 |
| | (013):(0$\bar{1}$1) | 1 | 1 | — | $48\frac{3}{4}$ | 48 56 2 |
| $o = \{111\}P$ | (111):(001) | 2 | 2 | $44\frac{1}{2}°$—$46\frac{1}{2}°$ | 45 | 45 0 42 |
| | (111):(110) | 2 | 2 | $44\frac{1}{2}$—$46\frac{1}{2}$ | 45 | 44 59 48 |
| $^*x = \{112\}\frac{1}{2}P$ | (112):(110) | 1 | 1 | — | $62\frac{1}{2}$ | 63 25 32 |
| $z = \{121\}2\breve{P}2$ | (121):(001) | 1 | 1 | — | 57 | 57 35 29 |
| | (121):(110) | 2 | 2 | $36\frac{3}{4}$—38 | $37\frac{1}{2}$ | 36 48 59 |

Die Andalusitkrystalle von Pitzthal zeigen wohl parallele Verwachsungen, niemals aber Zwillingsbildungen, deren Abwesenheit sowohl makroskopische Messungen, als auch mikroskopische Untersuchung bestätigten.

Die Farben des Pitzthaler Andalusits sind mannigfaltig, roth, grün, blau, doch ist nur erstere ursprünglich, während letztere Folgen der Umwandlung und fremder Einschlüsse sind.

Der Pleochroismus ist in Präparaten parallel der $c$-Axe immer ziemlich deutlich, während er in basischen Präparaten von normaler Dünne fast ganz verschwindet. Zur Bestimmung des Pleochroismus dienten zwei Schliffe, der eine parallel der Basis, der andere parallel der $c$-Axe. Schwingungen parallel der $a$-Axe geben weissröthliche, parallel der $b$-Axe blassgelbe, parallel der $c$-Axe nahezu carminrothe Farben.

Die frischen rothgefärbten Krystalle zeigten zum grössten Theile, nachdem sie parallel der Basis angeschliffen worden waren, einen in seiner Ausdehnung wechselnden centralen Kern von schwärzlich dunkelrother Farbe und einen diesen umschliessenden Rand von der gewöhnlichen rothen Farbe des Andalusits. Die Umrisse des Kernes folgen makroskopisch genau den äusseren des Krystalles, d. h. des Grundprismas, wie einige Messungen mit dem Handgoniometer zeigten. Die Härte der äusseren und inneren Partien ist die nämliche, weshalb meine erstliche Meinung, es könnte der Farbenunterschied durch eine Umwandlung oder einen fremden Einschluss hervorgerufen sein, schon zweifelhaft wurde. Um näher auf diese Erscheinung eingehen zu können, wurde ein basischer Dünnschliff mikroskopisch untersucht. Der Unterschied der Färbung von Rand und Kern tritt in so dünnen Lagen nicht mehr hervor, doch ist die Grenze zwischen Kern und Rand infolge des Pleochroismus des ersteren leicht zu verfolgen. Während nämlich der Rand bei Drehung des Objecttisches immer gleich gelblichweiss bleibt, ändert sich die Farbe des Kernes von rothgelb bis weissgelb. Viel

auffallender aber wird der Unterschied beider Partien bei gekreuzten Nicols, indem der innere Theil nur sehr schwache Polarisationsfarben zeigt, dieselben hingegen am Rande lebhaft und bunt, dunkelblau, roth, gelbgrün und gelb sind. Der Uebergang in die innere Partie ist nicht etwa allmählich, sondern die Abgrenzung gegen das Innere ist scharf.

Aus der ununterbrochenen Spaltbarkeit von Rand und Kern, ihrer gleichzeitigen Auslöschung und Einheitlichkeit ergiebt sich, dass es sich hier nicht um eine chemische Umwandlung oder Einwachsung, sondern um eine Zonenstructur ähnlich der von Augit handelt. Die Verschiedenheit des Pleochroismus und der Polarisationsfarben ist dann zurückzuführen auf eine Aenderung der Absorption und der Doppelbrechung von innen nach aussen, welche wieder eine Folge verschiedener chemischer Beschaffenheit ist. Letztere ist aus dem Wachsthume zu erklären, indem zuerst dem Thonerdesilicat isomorph beigemischtes Eisen die dunklere Farbe und den lebhafteren Pleochroismus bewirkte, wogegen nach einer Unterbrechung sich eine eisenfreie, hellfarbige und lebhaft polarisirende Hülle ansetzte. Wir haben es also hier mit einer ähnlichen Erscheinung zu thun, wie sie jüngst W. Ramsay*) am Epidot genauer studirt hat.

---

Ich komme nun auf die Einschlüsse und Umwandlungen des Pitzthaler Andalusits zu sprechen. Als primäre Einschlüsse im frischen Andalusit fallen unter dem Mikroskope meist zahlreiche Kryställchen von Magneteisen auf, welches sowohl durch Ausziehen mit dem Magneten als auch durch leichte Löslichkeit in Säure, sowie den schmutziggrünen ammoniakalischen Niederschlag nachgewiesen wurde. Seine mikroskopischen Formen sind die charakteristisch dreiseitigen, rhombischen und quadratischen, welche auf das Oktaëder hinweisen.

Umwandlungen und Einschlüsse des Andalusits sind insbesondere an dem Vorkommen von Lisens beobachtet worden. Blum**), Liebener und Vorhauser***), Zepharovich†) und theilweise auch Roth††) erwähnen von Lisens und dem Langtaufererthale in Tirol Speckstein, Glimmer und Cyanit als Umwandlungsproducte des Andalusits.

Vor Allem fällt nun in der Literatur†††) die Umwandlung des Andalusits

---

*) Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie u. Paläontologie 1893, 1, 111—122.

**) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches 1843, 17, 91 u. 128, 1847, 1. Nachtrag 24 und 70. 1852, 2. Nachtrag 10. 1863, 3. Nachtrag 79 und 101. 1879, 4. Nachtrag 36.

***) Die Mineralien Tirols 1852, 8, 9, 172 und 173.

†) Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Oesterreich 1859, 1, 14; 2, 12.

††) Allgemeine und chemische Geologie 1879, 1, 375.

†††) Blum, die Pseudomorphosen des Mineralreiches 1843, 128. 1847, 1. Nachtrag 70. 1863, 3. Nachtrag 101 und 111. Liebener und Vorhauser, Die Mineralien

in Speckstein auf wegen der grossen Verschiedenheit der chemischen Zusammensetzung dieser beiden Mineralien. Es sind damit Andalusitkrystalle gemeint, welche durch talkgrüne Farbe, Milde, geringe Härte und das charakteristische fettige Anfühlen allerdings an Speckstein erinnern. Kenngott*), Roth**) und darnach Hintze***) erklären dieses Umwandlungsproduct im Gegensatze zu Liebener und Vorhauser und Blum als äusserst feinschuppigen Glimmer. Diese Umwandlung von Andalusit in Speckstein ist aber, abgesehen von der den ersten Grad übersteigenden Härte, schon von vornherein wegen des Ersatzes der Aluminia durch Magnesia unwahrscheinlich. Es müsste Magnesia zugeführt und die schwer bewegliche Thonerde fortgeführt worden sein.

Krystalle der nämlichen Beschaffenheit finden sich auch unter meinem Materiale. Mikroskopische Beobachtungen an Dünnschliffen des Pitzthaler Vorkommens bestätigen auch hier wieder die Meinung Kenngott's, Hintze's und Roth's. Im gewöhnlichen Lichte zeigt sich eine graulichweisse, etwas trübe Masse, durchzogen von theils regelmässigen, theils unregelmässigen Klüften. Bei gekreuzten Nicols ist mitunter noch Andalusit an den bezeichnenden einheitlichen Polarisationsfarben und Auslöschung erkennbar. Fast die ganze übrige Masse aber besteht aus ausserordentlich feinen Leistchen und Schuppen, die zu einem filzigen Aggregate vereinigt sind. Diese winzigen, stets gerade auslöschenden Kryställchen zeigen bei Farblosigkeit theils lebhaft irisirende Polarisationsfarben wie Muscovit, theilweise aber sind sie grüngelblich dichroitisch mit matten grünlichen und bläulichgrauen Polarisationsfarben, welche Eigenschaften auf Chlorit verweisen, dessen Gegenwart die bald hellere, bald dunklere grünliche Färbung der Pseudomorphosen bedingt. Längs der Spalten und Risse sind dann die Glimmerschüppchen grösser, sowie auch entschieden primäre Muscoviteinschlüsse in unserem Andalusit vorkommen. Ausserdem habe ich auch die Verglimmerung gegenüber der Specksteinbildung durch Blaufärbung beim Glühen mit Kobaltsolution festgestellt. Man hat es also beim Lisenser und Pitzthaler Andalusitvorkommen mit Umwandlungspseudomorphosen von glimmerähnlichen Mineralien nach Andalusit zu thun, indem letzterer vollständig oder nahezu vollständig verdrängt worden ist. Die Umwandlung des Andalusits in Muscovit hat neuerdings Hussak am Vorkommen von St. Paulo in Brasilien nachgewiesen †). — Das ist die eigentliche Verglimmerung des Andalusits.

---

Tirols 1852, 8. Zepharovich, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Oesterreich 1859, 1, 14.

*) Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen 1852, 68.

**) Allgemeine und chemische Geologie, Berlin 1879, 1, 375.

***) Handbuch der Mineralogie 1889, 1, 129.

†) Boletim da Commissao Geographica e Geologica do estado de S. Paulo 1890, 7, 279.

Da sich Muscovit und Kaolin in optischer Beziehung sehr ähneln vermöge Farblosigkeit, Brechungsvermögen, Doppelbrechung, lebhafter Polarisationsfarben, ferner Kaolin durch Glühen mit Kobaltsolution ebenfalls gebläut wird, und da auch die chemische Zusammensetzung der veränderten Andalusite vermöge ihrer grösseren Wasser- und Aluminiumgehalte, der geringeren Kalium- und Magnesiumgehalte auf ein Silicat von der Art des Kaolins hinweist, so wird die Annahme begründet sein, dass die Pseudomorphosen nach Andalusit nicht nur eine Verglimmerung, sondern wechselnde Gemenge von Muscovit, Chlorit und Kaolin (Nakrit) darstellen.

Eine andere Erscheinung ist jene, welche Blum*), sowie Liebener und Vorhauser**) und Zepharovich***) irrthümlich als Verglimmerung des Andalusits bezeichnen. Des Cloizeaux†) sagt, dass man mit Unrecht die Penetrationen von Glimmer und Disthen im Andalusit als Pseudomorphosen bezeichnet hat. Auch Delesse††) und Roth†††) haben die Verglimmerung bezweifelt und die Glimmerblättchen nur für primäre Einschlüsse gehalten, was sie auch thatsächlich sind, denn es lässt sich leicht verfolgen, wie der weisse Glimmer vom Muttergesteine aus die Krystallflächen des Andalusits völlig überzieht und in die Spalten und Risse eindringt. Auch mikroskopisch fallen diese Glimmerindividuen durch ihre Grösse gegenüber den feinen Schuppen und Nädelchen, welche wir durch Umwandlung des Andalusits entstanden sehen, in die Augen. Eine Verdrängung der Andalusitsubstanz, eine Pseudomorphosirung ist niemals zu beobachten; es erscheint vielmehr dieser Muscovit als selbständiger ursprünglicher Einschluss mit dem Andalusit verwachsen. Dies gilt ebenso für den Lisenser Andalusit wie für den Pitzthaler.

Weiterhin finden wir beim Pitzthaler Vorkommen einerseits als Begleitmineral für sich in den Quarzlinsen, anderseits in unregelmässiger Verwachsung mit dem Andalusit den Buchholzit, Faserkiesel oder Fibrolith. Die Vergesellschaftung dieser beiden Mineralien ist schon von dem Lisenser und Langtauferer*†), sowie von anderen auswärtigen Vorkommen**†) bekannt. Während aber der Andalusit immer vom Quarze umschlossen wird, tritt der Buchholzit mehr an die Glimmerschiefergrenze

*) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches 1843, 91. 1. Nachtrag 1847, 24. 3. Nachtrag 1863, 79. 4. Nachtrag 1879, 86.

**) Die Mineralien Tirols 1852, 8 und 9.

***) Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Oesterreich 1859, 1, 14.

†) Manuel de Minéralogie 1862, 1, 175.

††) Bulletin de la Société géologique 1859, 15, 141.

†††) Allgemeine und chemische Geologie, Berlin 1879, 1, 375.

*†) Liebener und Vorhauser, Die Mineralien Tirols 1852, 8 und 9. Zepharovich, Mineralogisches Lexicon für das Kaiserthum Oesterreich 1859, 1, 15.

**†) A. Lacroix, Bulletin de la Société minéralogique de France 1888, 11, 150 und diese Zeitschr. 1891, 18, 446.

heran. Die Farbe des Faserkiesels ist grau oder graugrün, die Härte desselben ist wegen der Feinheit seiner Säulchen, ihrer Aggregation und wegen der Begleitung anderer Mineralien nicht gut zu bestimmen.

Was nun die Ansichten über die Natur des Buchholzits betrifft, so hält Fuchs*) den Fibrolith für ein inniges Gemenge von Quarz und Rhätizit, Werner**) glaubt an ein Gemenge von Quarz und asbestartigem Tremolit, Des Cloizeaux***) endlich stellte die Identität dieses unter verschiedenen Namen aufgeführten Minerals mit Sillimanit fest. — Um diese Frage auch bei unserem Vorkommen zu beantworten, untersuchte ich mehrere Dünnschliffe und lose Nädelchen des Buchholzits von Pitzthal. Die Schliffe sind zum grossen Theile von bald längeren, bald kürzeren Nädelchen mit deutlicher Querabsonderung erfüllt. Mitunter sind diese parallel zu einander angeordnet, doch liegen sie auch verworren durcheinander in Büscheln und Bündeln. Oft sind diese Nadeln gebogen und geschweift, und entweder abgebrochen oder es sind die Enden nicht ausgebildet. Die constante Anisotropie und die an sehr vielen Individuen gemessene ausnahmslos gerade Auslöschung sichern die Zugehörigkeit zum rhombischen Systeme. Die Polarisationsfarben sind sehr lebhaft. Dies sind aber eben die Eigenschaften des Sillimanits, welchem der Buchholzit zuzurechnen ist. In inniger Verwachsung begleitet Quarz unsern Faserkiesel. Das selbständige Auftreten des Buchholzits, die nur gelegentliche, zufällige Verwachsung mit dem Andalusit, die Unabhängigkeit dieser beiden, das Fehlen von Pseudo- und Paramorphosen beweisen, dass auch der Buchholzit lediglich nur als Begleitmineral aufzufassen ist. Auch in der Literatur findet sich nichts über eine Paramorphose, an die man bei der Gleichheit des chemischen Bestandes wohl denken könnte, vielmehr hat Lacroix†) die Begleitung und ursprüngliche Verwachsung der beiden Mineralien bestätigt. Was hier vom Pitzthaler Buchholzit gesagt wurde, betrifft ebenso den Lisenser.

Als drittes Glied der Reihe des Aluminiumsilicates $Al_2SiO_5$ findet sich wie in Lisens, im Langtaufererthale und anderen Fundorten, so auch im Pitzthale der Disthen, und zwar sowohl für sich im Quarz als auch im Andalusit eingeschlossen. Blum††), Liebener und Vorhauser†††) und Zepharovich*†) sehen in dem Auftreten des Disthens in Verbindung

*) Schweigger's Journal 1821, 3, 379.

**) Hoffmann, Mineralogie 1812, 2, 190 und Werner's letztes Mineralsystem 1817, 5, 36.

***) Annales des Mines 1859, 16, 225. Manuel de minéralogie 1862, 180.

†) Bulletin de la Société minéralogique de France 1888, 11, 150.

††) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches 1843, 47. 2. Nachtrag 1852, 10. 3. Nachtrag 1863, 13. 4. Nachtrag 1879, 9.

†††) Die Mineralien Tirols 1852, 8, 172 und 173.

*†) Mineralogisches Lexicon für das Kaiserth. Oesterreich 1859, 1, 15; 1873, 2, 12.

mit Andalusit eine Pseudo- oder Paramorphose. Des Cloizeaux*) und J. Roth**) bezweifeln diese secundäre Bildung des Cyanits. — Betrachten wir diesbezüglich den Andalusit des Pitzthales. Manche seiner Krystalle sind von blauer Farbe. An Bruchstellen sieht man den Disthen in Form kleiner bläulicher, perlmutterglänzender Nadeln, stets wirr durcheinander geworfen und ohne regelmässige Orientirung im Andalusit eingelagert. Der Disthen ist in verschiedener Menge, aber im Verhältniss zur Andalusitsubstanz immer untergeordnet vertreten. Seine hellblauen Krystalle sind durchwegs bedeutend grösser und gedrungener als die Sillimanitnadeln. An einigen Stellen der Dünnschliffe, wo die Krystalle des Cyanits dunkelblaue Flecken aufweisen, tritt ein deutlicher Pleochroismus von blau bis weiss ein. Alle Cyanitnadeln sind von mehreren scharfen Spaltensystemen durchzogen, die nach der grösseren oder geringeren Güte der Spaltbarkeit in verschiedenen Richtungen auch mehr oder weniger deutlich hervortreten. Nur wenige Disthenschnitte zeigen eine Auslöschungsschiefe von ungefähr 30°, weitaus der grössere Theil löscht nahezu gerade aus. Die Polarisationsfarben sind nicht so lebhaft als beim Sillimanit, während die Lichtbrechung ungefähr gleich stark wie bei diesem ist. Bei der makro- und mikroskopischen Durchsicht vieler derartiger Krystalle fand ich niemals eine vollständige Verdrängung der Andalusitmasse, niemals eine Pseudomorphosenbildung von Disthen nach Andalusit. Krystalle derselben Beschaffenheit aus Lisens, die ich dahin untersuchte, lieferten dasselbe Resultat. Es ist also anzunehmen, dass der Disthen zuerst gebildet und vom Andalusit umhüllt wurde, oder dass die Entstehung der beiden eine gleichzeitige war.

Ausser von dieser Art der Verwachsung des Andalusits mit Disthen spricht Blum***) noch von einer anderen aus dem Langtauferer Thale, Lisens in Tirol und Bodenmais in Baiern, welche sich von der eben behandelten unregelmässigen dadurch unterscheidet, dass blätteriger Disthen parallel den Prismenflächen des Andalusits angelagert ist. Blum deutet auf eine Beschreibung Tschermak's †) hin diese Verwachsung auch für eine Pseudo- oder Paramorphose, was aber nicht erwiesen ist, denn auch hier wird nirgends ein Fall erwähnt, wo der Andalusit vom Disthen ganz verdrängt wäre, vielmehr spricht die Beschreibung Blum's nur für eine ursprüngliche parallele Verwachsung der beiden Mineralien. Auch die Vergleichung der Langtauferer Stufen im hiesigen Landesmuseum, welche eben typische Pseudomorphosen von Disthen nach Andalusit darstellen sollen, konnten mir die Ueberzeugung von der Wirklichkeit einer Paramorphose

*) Manuel de Minéralogie 1862, 1, 175.

**) Allgemeine und chemische Geologie 1879, 1, 376.

***) Die Pseudomorphosen des Mineralreiches 1852, 2. Nachtrag 10; 1863, 3. Nachtrag 13; 1879, 4. Nachtrag 9.

†) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften, Wien 47, 2. Theil, S. 451.

durchaus nicht beibringen. Es wären sohin, so lange keine weiteren zwingenderen Beweise erbracht werden, sowohl Sillimanit als Disthen in Verwachsung mit Andalusit als ursprüngliche, gleichzeitige Bildungen zu betrachten.

Fassen wir die wesentlichen Ergebnisse vorliegender Arbeit über den Pitzthaler Andalusit, sowie über den Andalusit im Allgemeinen kurz zusammen, so ergeben sich folgende Punkte:

1) Der Andalusit von Pitzthal, ein bis jetzt noch nicht untersuchtes Vorkommen, zeigt wie auch der von Lisens in primären Quarzlinsen des Glimmerschiefers, und nicht in Quarzgängen, eingewachsene Krystalle, wozu noch Muscovit, Biotit, Plagioklas, Disthen und Buchholzit als Begleiter des Andalusits kommen.

2) Der Pitzthaler Andalusit hat einen grossen Reichthum an Krystallformen, indem nicht nur sämmtliche bekannten Adalusitformen mit Ausnahme von {010}, {120} und {031} an ihm vorkommen, sondern auch noch die neuen Formen {320}, {032}, {054}, {013} und {112}, welche alle am Andalusit überhaupt noch nicht bekannt sind.

3) Der Pitzthaler Andalusit zeigt mannigfaltige Farben, hervorgerufen durch Umwandlung des frischen Andalusits und durch Verwachsung mit anderen Mineralien. Auch ist Pleochroismus in dickeren Platten deutlich wahrnehmbar.

4) Eine eigenthümliche Zonarstructur der Andalusitkrystalle des Pitzthales, ausgezeichnet durch Verschiedenheit des Pleochroismus und der Polarisationsfarben, ist durch isomorphe Ueberwachsung entstanden.

5) Der Andalusit von Pitzthal, Lisens u. s. w. ist meistens in glimmerähnliche Mineralien, wozu nicht nur Muscovit, sondern auch Chlorit und Kaolin (Nakrit) gehören, übergegangen. Diese Umwandlung ist die eigentliche Verglimmerung, welche vielfach für Steatitisirung erklärt wurde.

6) Die Tiroler Andalusite sind häufig von weissem Glimmer bedeckt und durchdrungen; diese sogenannte Verglimmerung ist aber nur eine primäre Verwachsung.

7) Der mit dem Andalusit aus Tirol primär verwachsene und ihn selbständig begleitende Buchholzit ist nichts anderes als ein Gemenge von Sillimanit und Quarz.

8) Das Erscheinen des Cyanits auf und in dem Andalusit ist naturgemässer durch ursprüngliche Verwachsung als durch Umwandlung zu erklären, und zwar gilt dies von allen Tiroler Vorkommnissen.

# XXXV. Beitrag zur Kenntniss der Thalliumtartrate.

Von

R. Scharizer in Czernowitz.

(Mit 4 Textfiguren.)

Ueber den Wassergehalt des normalen weinsauren Thalliums befinden sich in der Literatur widersprechende Angaben. Kuhlmann beschreibt in einer aus dem Jahre 1863*) stammenden Arbeit ein wasserfreies Thalliumtartrat. Lang führt dagegen in einer im Jahre 1868 erschienenen Publication**) ein normales Thalliumtartrat mit $\frac{1}{2}$ Molekül Krystallwasser auf. Letzteres Salz wurde auch von Des Cloizeaux krystallographisch und optisch untersucht. Die Beobachtungen Lang's und Des Cloizeaux' erscheinen auch in Rammelsberg's krystallographischer Chemie, 2. Bd.***). Beilstein wieder erwähnt in seinem Handbuche der organischen Chemie†) nur Kuhlmann's Resultate.

Es war somit bis jetzt unentschieden, welche von beiden Angaben die richtige sei, oder ob vielleicht gar zwei normale Thalliumtartrate bestehen, ein wasserfreies und ein wasserhaltendes. Die Analogie mit dem wasserfreien Ammoniumtartrat einerseits und dem wasserhaltenden Kaliumtartrat anderseits sprechen eher für die Möglichkeit der Existenz beider.

Die polarimetrischen Untersuchungen, welche seit geraumer Zeit im chemischen Laboratorium der Czernowitzer Universität ausgeführt werden, haben den Herrn Assistenten Carl Glücksmann veranlasst, sich mit der Synthese weinsaurer Salze zu beschäftigen. Dabei gelang es ihm das wasserfreie Thalliumtartrat in schönen, bis 1,5 cm langen Krystallen herzustellen. Weil sich über dieses Salz nirgends krystallographische Angaben finden, so unterzog ich dieselben einer goniometrischen und optischen Untersuchung.

*) Ann. d. Chem. u. Pharm. 76, 77.

**) Ann. d. Chem. u. Phys. Serie IV, 17, 385.

***) Auflage 1882, 2, 127.

†) 3. Auflage 1, 793.

## 1. Das wasserfreie Thalliumtartrat.

Diese Verbindung erhielt Glücksmann auf folgende Weise. In eine Lösung von Rechtsweinsäure wurde so viel Thalliumcarbonat eingetragen, als nothwendig war, um neutrales Thalliumtartrat zu geben. Hierauf wurde die klare Lösung auf dem Wasserbade so lange eingedampft, bis sich ein Krystallhäutchen zu bilden anfing. Dann wurde der Brenner unter dem Wasserbade abgedreht und die Lösung der langsamen Abkühlung überlassen. Auf diese Weise erhielt er schöne, stark glänzende Krystalle, welche beim Erhitzen bis 120° C. durchsichtig blieben und auch keinen Gewichtsverlust erlitten. Sie waren somit wasserfreies Thalliumtartrat. Dies bestätigt auch die quantitative Analyse. 0,3763 g Substanz gaben 0,3404 g $Tl_2SO_4$*). Daraus berechnet sich der Procentgehalt von metallischem Thallium:

| | |
|---|---|
| beobachtet | 73,21 % |
| Theorie | 73,35 |

Das Volumgewicht des wasserfreien Salzes ist bei 23° C. 4,7337. Ich bestimmte dasselbe durch pyknometrische Wägung mit Petroleum. Für dieses fand ich das Volumgewicht bei 23° auf Wasser bei 4° als Einheit bezogen einmal 0,81407, ein anderes Mal 0,81389. Der Mittelwerth ist also 0,81398 ($\Delta = \pm$ 0,00009).

Die Krystalle des normalen wasserfreien Thalliumtartrates sind monosymmetrisch und nach der Orthoaxe säulenförmig entwickelt. Sie sitzen fast immer mit einem Ende der Orthoaxe auf der Unterlage auf. Nur an wenigen Krystallen konnte auch die krystallographische Ausbildung dieses Endes festgestellt werden. Dieselbe war von jener des gewöhnlich frei entwickelten Endes ganz verschieden. Das wasserfreie Thalliumtartrat ist somit wie die Weinsäure nach der Orthoaxe hemimorph. Am negativen Ende der Orthoaxe erscheint immer nur das Prisma $m\{110\}$, am positiven Ende die beiden Hemipyramiden $o\{121\}$ und $\omega\{\bar{1}21\}$. Ausser diesen Formen wurden noch die Formen $a\{100\}$, $d\{101\}$ und $\delta\{\bar{1}01\}$ beob-

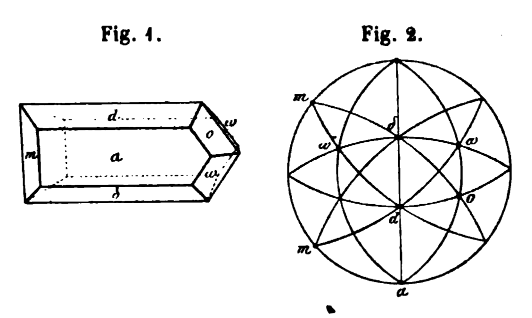


Fig. 1. Fig. 2.

*) Das Atomgewicht des Thalliums wurde = 203,7 gesetzt. Die quantitative Bestimmung wurde in der Art durchgeführt, dass die ammoniakalisch gemachte Thalliumsalzlösung mit Schwefelwasserstoff gefällt, der Thallosulfid-Niederschlag in verdünnter Salzsäure aufgelöst, die Lösung abgedampft und der Rückstand schwach geglüht wurde. (Glücksmann.)

achtet. Fig. 1 ist das Bild eines normal entwickelten Krystalles, Fig. 2 die sphärische Projection desselben.

Die krystallographischen Constanten des wasserfreien Thalliumtartrates sind:

$$a : b : c = 1{,}2080 : 1 : 0{,}6686;$$
$$\eta = 91^{0}\,51'\,11''.$$

Die kleinen einseitig entwickelten Krystalle zeigen die Formen $a$, $d$ und $m$ in vorherrschender Ausbildung. Die Form $\delta$ ist sehr schmal und die Lage der Fläche $\omega''(\bar{1}\bar{2}1)$ konnte nur aus Schimmerbeobachtungen bestimmt werden.

Die an diesen Krystallen gemessenen Winkel sind nebst den berechneten in nachstehender Tabelle zusammengestellt.

| | 1. Krystall | 2. Krystall | 3. Krystall | Berechnet |
|---|---|---|---|---|
| $a' : \delta = (\bar{1}00):(\bar{1}01)$ | 62°28′ 20″ | 62°34′ 30″ appr. | 62°28′ 20″ | *62°28′ |
| $\delta : d = (\bar{1}01):(101)$ | 57 55 | 57 47 30 - | 57 54 40 | *57 55 |
| $a' : d = (\bar{1}00):(101)$ | 120 23 20 | 120 22 10 | 120 23 10 | 120 23 |
| $a : d' = (100):(\bar{1}0\bar{1})$ | 120 23 40 | 120 23 40 | — | |
| $a : d = (100):(101)$ | 59 36 50 | 59 36 10 | — | 59 37 |
| $a' : d' = (\bar{1}00):(\bar{1}0\bar{1})$ | 59 36 40 | 59 36 10 | — | |
| $a' : m' = (\bar{1}00):(\bar{1}\bar{1}0)$ | 50 22 | 50 20 30 | — | *50 22 |
| $a : m = (100):(1\bar{1}0)$ | 50 21 10 | 50 16 50 | — | |
| $m : m' = (1\bar{1}0):(\bar{1}\bar{1}0)$ | 79 15 50 | 79 23 | 79 18 40 | 79 16 |
| $d' : m' = (\bar{1}0\bar{1}):(\bar{1}\bar{1}0)$ | 71 10 6 | 71 10 | — | 71 10 42″ |
| $d : m = (101):(1\bar{1}0)$ | 71 9 | 71 7 50 | — | |
| $d : m' = (101):(\bar{1}\bar{1}0)$ | 108 49 30 | 108 49 | — | 108 49 18 |
| $d' : m = (\bar{1}0\bar{1}):(1\bar{1}0)$ | 108 50 10 | 108 48 30 | — | |
| $m' : \omega'' = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}\bar{2}1)$ | 88 40 50 appr. | — | — | 88 50 40 |
| $\omega'' : d = (\bar{1}\bar{2}1):(101)$ | 70 8 40 - | — | — | 69 58 33 |

Die Differenzen zwischen Beobachtung und Rechnung sind gering.

Am Krystalle II wurde am negativen Ende der Orthoaxe ausser den Formen $m$ noch die Fläche $s$ gross entwickelt beobachtet. Ihrer Lage entspricht das Symbol $(\bar{2}.\bar{2}\bar{7}.\bar{5})$. Die beobachteten und berechneten Winkel sind:

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $s : a$ | 93°53′ 50″ | 93°52′ 13″ |
| $s : a'$ | 86 6 20 | 86 7 47 |
| $s : d'$ | 74 36 30 | 74 49 41 |
| $s : d$ | 105 11 20 | 105 10 49 |
| $s : m$ | 45 50 20 | 45 44 2 |
| $s : m$ | 38 49 50 | 38 21 44 |

Die Lage der Pyramidenflächen $o$ und $\omega$ am positiven Ende der Orthoaxe wurde an einem grösseren, aber dafür schlechter ausgebildeten Krystalle bestimmt. Daher ist auch die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung, wie aus nachstehender Tabelle erhellt, eine weniger gute.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $a' : \delta = (\bar{1}00):(\bar{1}01) =$ | 62° 27′ 40″ | 62° 28′ |
| $\delta : d = (\bar{1}01):(101) =$ | 58 9 5 | 57 55 |
| $a' : m' = (\bar{1}00):(\bar{1}\bar{1}0) =$ | 50 13 | 50 22 |
| $m : m' = (110):(\bar{1}\bar{1}0) =$ | 79 14 10 | 79 16 |
| $d : m = (101):(1\bar{1}0) =$ | 71 5 35 | 71 10 12″ |
| $m' : \delta = (\bar{1}\bar{1}0):(\bar{1}01) =$ | 72 58 25 | 72 51 2 |
| $o : \omega = (121):(\bar{1}21) =$ | 36 37 | 36 41 5 |
| $\omega : a' = (\bar{1}21):(\bar{1}00) =$ | 72 34 25 | 72 39 44 |
| $\omega : \delta = (\bar{1}21):(\bar{1}01) =$ | 49 47 25 | 49 51 34 |
| $\omega : d = (\bar{1}21):(101) =$ | 70 10 20 | 69 58 33 |
| $o : d = (121):(101) =$ | 48 51 30 | 49 4 49 |
| $o : \delta = (121):(\bar{1}01) =$ | 68 52 45 | 69 38 37 |
| $\omega : \omega'' = (\bar{1}21):(12\bar{1}) =$ | 79 35 20 | 80 16 52 |

Die Krystalle sind nach der Fläche $a$ vollkommen spaltbar.

Der Winkel des Extinctionsmaximums zur Verticalaxe $b$ im stumpfen Winkel $\eta$ beträgt 42°.

## 2. Das wasserhaltende Thalliumtartrat.

Nachdem die Existenz des wasserfreien normalen Thalliumtartrates chemisch und krystallographisch sicher gestellt war, galt es die Bedingungen näher zu erforschen, unter denen sich das normale wasserhaltende Tartrat bildet. Lamy beschreibt die Darstellung dieses Salzes wie folgt: »On obtient ce sel en neutralisant l'acide tartrique par le carbonat de thallium, jusqu'à ce que la liqueur bouillante soit fortement alcaline. Par refroidissement, ou mieux par une évaporation lente, spontanée, il se dépose de magnifiques cristaux, parfaitement transparent, doues d'un vif éclat et d'une grande refringence.«

Da wir gleich anfangs vermutheten, dass die Ursache, weshalb Lamy wasserhaltendes Thalliumtartrat erhielt, nur darin liegen könne, dass die Bildung der Krystalle bei niedrigeren Temperaturen erfolgte, liess Glücksmann eine Lösung von Rechtsweinsäure, die er mit Thalliumcarbonat gesättigt hatte, über Schwefelsäure bei Zimmertemperatur verdunsten. Es bildeten sich kleine, stark glänzende Krystalle, deren Gestalt von jener der Krystalle des wasserfreien Salzes gänzlich verschieden war, die aber in

ihrem Habitus mit den von Des Cloizeaux beschriebenen Krystallen des Lamy'schen Präparates vollkommen übereinstimmten.

Die Identität beider Substanzen wurde auch durch die chemische Analyse bewiesen. Glücksmann theilt mir über dieselbe Folgendes mit: »1,0905 g des rasch zwischen Filterpapier getrockneten Salzes verloren bei 120° bis zur Gewichtsconstanz getrocknet 0,0174 g.« Das abgeschiedene Thalliumsulfat wog 0,9724 g, worin 0,7869 g Thallium enthalten sind. In Procenten ausgedrückt stellt sich das Analysenergebniss folgendermassen dar:

| | Beobachtet: | Der Formel $Tl_2C_4H_4O_6 + \frac{1}{2}$ aq entsprechend: |
|---|---|---|
| $Tl$ | 72,12 | 71,96 |
| $H_2O$ | 1,60 | 1,59 |

Das Volumgewicht der Krystalle bestimmte ich durch pyknometrische Wägung mit Petroleum. Ich fand 4,5991 bei 23° C. Lamy giebt die Zahl 4,658 an ($\Delta = 0,0589$).

In nachstehender Tabelle habe ich die von mir an zwei Krystallen gemessenen Winkel mit den von Des Cloizeaux beobachteten zusammengestellt.

| Flächenbezeichnung nach dem Autor | 1. Krystall | 2. Krystall | Des Cloizeaux beobachtet | Des Cloizeaux berechnet | Autor berechnet |
|---|---|---|---|---|---|
| $a' : m' = (\bar{1}00):(\bar{1}10)$ | 43°36' | 43°36' | 43°28' | 43°42' | *43°37' |
| $a : m = (100):(110)$ | 43 36 | 43 38 | | | |
| $m : m' = (110):(\bar{1}10)$ | 92 58 | 92 45 | 92 39 | 92 36 | 92 46 |
| $a : \omega' = (100):(12\bar{1})$ | 73 13 | 73 24 | 73 23 | 73 22 | 73 21 |
| $a : \omega = (100):(\bar{1}21)$ | 73 14 | 73 15 | | | |
| $a' : \omega'' = (\bar{1}00):(\bar{1}\bar{2}1)$ | — | 73 14 | | | |
| $a : d = (100):(101)$ | — | 67 50 | 67 55 | 68 4 | 67 53 |
| $a' : d = (\bar{1}00):(\bar{1}0\bar{1})$ | 67 50 | 68 3 | | | |
| $m : d = (110):(101)$ | — | 74 13 | 74 23 | 74 19 | *74 11 |
| $m' : \delta = (\bar{1}10):(\bar{1}01)$ | 74 9 | 74 10 | | | |
| $m : \omega = (110):(\bar{1}21)$ | 79 17 | 79 16 | 79 25 | 79 14 | 79 15 |
| $m' : \omega' = (\bar{1}10):(12\bar{1})$ | 79 15 | — | | | |
| $m : \omega' = (110):(12\bar{1})$ | 52 59 | 53 4½ | 52 55 | 53 5 | *53 2 |
| $m' : \omega = (\bar{1}10):(\bar{1}21)$ | 53 0 | 53 5 | | | |
| $\omega' : \omega = (12\bar{1}):(\bar{1}21)$ | 110 23 | 110 26 | 110 34 | 110 30 | 110 22 |
| $\omega : o = (\bar{1}21):(121)$ | 34 42½ | — | 34 35 | 34 34 | 34 40 |
| $\omega' : d = (12\bar{1}):(\bar{1}0\bar{1})$ | 52 48 | 52 44 | 52 30 | 52 36 | 52 47 |
| $\omega : d = (\bar{1}21):(101)$ | 52 18 | 52 43 | | | |
| $\omega : m' = (\bar{1}21):(\bar{1}10)$ | 51 56 | — | 52 20 | 52 8 | 51 59 |
| $o : a = (121):(100)$ | 71 52½ | — | 72 6 | 72 4 | 72 0 |
| $\omega : \delta = (\bar{1}21):(\bar{1}01)$ | 34 35 | — | 34 40 | 34 45 | 34 49 |
| $d : \delta = (101):(\bar{1}01)$ | 44 48 | — | 42 20 | 42 20 | 42 33 |
| $\delta : a = (\bar{1}01):(100)$ | 69 25 | — | 69 32 | 69 37 | 69 34 |
| $d : a' = (101):(\bar{1}00)$ | 111 13 | 111 59 | 110 28 | 110 23 | 112 7 |

| Flächenbezeichnung nach dem Autor | 1. Krystall | 2. Krystall | Des Cloizeaux beobachtet | Des Cloizeaux berechnet | Autor berechnet |
|---|---|---|---|---|---|
| $\omega' : a' = (12\bar{1}):(\bar{1}00)$ | 107° 12′ | — | 106° 38′ | 106° 38′ | 106° 40′ |
| $\omega : a = (\bar{1}21):(100)$ | 106 35 | 106° 44′ | | | |
| $m : \delta = (110):(\bar{1}01)$ | 75 6 | — | — | 75 25 | 75 22 |
| $d : o = (101):(121)$ | 34 30 | — | 34 27 | 34 28 | 34 31 |
| $o : b = (121):(010)$ | 55 32 | — | 55 25 | 55 32 | 55 29 |
| $m : b = (110):(010)$ | 46 23 | — | — | — | 46 23 |
| $m' : b = (\bar{1}10):(010)$ | 46 35 | — | — | — | |
| $o : \delta = (121):(\bar{1}01)$ | — | — | 51 57 | 52 27 | — |

Aus dieser Zusammenstellung der Winkel geht gleichfalls die Identität der von mir und von Des Cloizeaux gemessenen Krystalle hervor. Die Uebereinstimmung ist allerdings keine absolute und deshalb weichen auch die krystallographischen Constanten, die ich aus meinen Messungen ableitete, etwas von denen, die Rammelsberg aus den Des Cloizeaux'schen Beobachtungen berechnete, ab. Nach Rammelsberg ist, wenn $\{111\}$ als Index der Pyramidenflächen angenommen wird,

$$a : b : c = 1{,}9114 : 1 : 0{,}7402;$$
$$\eta = 90^{0}\,53'.$$

Meinen Messungen würde unter der gleichen Voraussetzung

$$a : b : c = 1{,}90605 : 1 : 0{,}74216;$$
$$\eta = 90^{0}\,58'$$

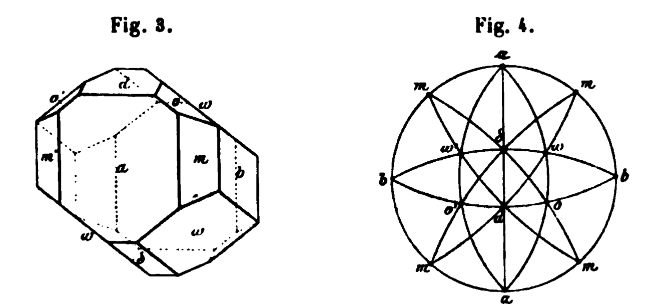
besser entsprechen. Die Uebereinstimmung zwischen Beobachtung und Rechnung ist mit Ausnahme weniger Winkel am Krystalle II eine ganz befriedigende.

Rammelsberg hat bekanntlich eine andere Aufstellung für die Krystalle als Des Cloizeaux gewählt. Er machte die Spaltfläche, die Des Cloizeaux als Basis angenommen hatte, zum Orthopinakoid und das Orthopinakoid zum negativen Hemidoma. Er erreichte dadurch zweierlei. Erstens hat nun die Spaltfläche hier dasselbe Symbol wie bei der Weinsäure, zweitens ist der Winkel $\eta$ nahezu 90°. Die dadurch nothwendig gewordene Aenderung in der Flächenbezeichnung versinnlicht nachstehende Tabelle.

| Des Cloizeaux: | Rammelsberg: | Autor: |
|---|---|---|
| $p\{001\}$ | $a\{100\}$ | $a\{100\}$ |
| $e^1\{011\}$ | $p^2\{210\}$ | $m\{110\}$ |
| $g^1\{010\}$ | $b\{010\}$ | $b\{010\}$ |
| $b\frac{1}{2}\{\bar{1}11\}$ | $o\{111\}$ | $o\{121\}$ |
| $m\{110\}$ | $o^1\{\bar{1}11\}$ | $\omega\{\bar{1}21\}$ |
| $a^1\{\bar{1}01\}$ | $r\{101\}$ | $d\{101\}$ |
| $h^1\{100\}$ | $r^1\{\bar{1}01\}$ | $\delta\{\bar{1}01\}$ |

Fig. 3 giebt ein Bild der Krystalle in der neuen Aufstellung und Fig. 4 dessen sphärische Projection.

Fig. 3. Fig. 4.




Eine hemimorphe Ausbildung nach der Orthoaxe konnte ich nicht constatiren, da alle Krystalle mit dem einen Ende dieser Axe aufgewachsen waren.

Wenn man die sphärische Projection des wasserfreien Thalliumtartrates (Fig. 2) mit jener des wasserhaltenden Thalliumtartrates (Fig. 4) vergleicht, so springt unmittelbar die Analogie in der Anordnung der Krystallflächen in's Auge. Um dieser Analogie auch in der Flächenbezeichnung Rechnung zu tragen, habe ich anstatt der Rammelsberg'schen Symbole die unter der Aufschrift »Autor« angeführten, sowohl in der Winkeltabelle, als auch in den Zeichnungen (Fig. 3 und Fig. 4) angewendet. Die Pyramide, der bei Rammelsberg das Symbol {111} entspricht, wird zur Pyramide {121} und demnach lautet das Axenverhältniss jetzt:

$$a : b : c = 0,9530 : 1 : 0,3711;$$
$$\eta = 90^\circ 50'.$$

Czernowitz, den 19. Juli 1894.

# XXXVI. Krystallographische Untersuchung einiger organischer Substanzen.

## II. Reihe.

Von

J. Beckenkamp in Mülhausen i. Els.

(Mit 4 Textfiguren.)

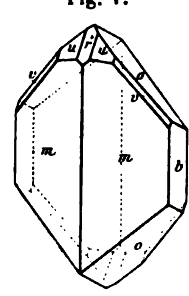
---

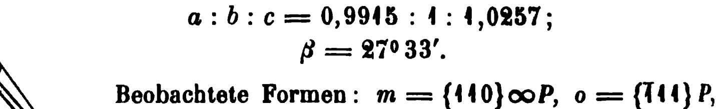
### 1. Phenyl-Akridin, $C_6H_4.CN.C_6H_5.C_6H_4$.

Dargestellt von A. Claus (Journ. f. prakt. Chemie 1892, 46, 126).

Die aus alkoholischer Lösung ausgeschiedenen Krystalle bilden etwa 1—2 mm lange Prismen von hellgelber Farbe (Fig. 1); durch Sublimation erhält man daraus farblose Blättchen von ungefähr gleicher Grösse.

Fig. 1.



Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0,9915 : 1 : 1,0257;$$
$$\beta = 27^\circ 33'.$$

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $o = \{\bar{1}11\} P$, $b = \{010\}\infty P\infty$, $r = \{\bar{1}02\}\frac{1}{2}P\infty$, $u = \{\bar{1}12\}\frac{1}{2}P$, $v = \{\bar{1}32\}\frac{3}{2}P3$, $a = \{100\}\infty P\infty$ (Fig. 1).

Bei den aus alkoholischer Lösung gewonnenen Krystallen sind meistens $m$ und $o$ weitaus herrschend oder nur allein vorhanden. Diese wurden deshalb zu Grundformen gewählt, wiewohl dadurch die Axe $a$ so steil wird, dass schon die positiven Formen $r$, $u$ und $v$ stark nach vorn geneigt sind.

Die durch Sublimation entstehenden Krystalle bilden durch Vorherrschen von $b$ sechsseitige Blättchen, an deren Rändern die übrigen Flächen als schmale Zuschärfungen auftreten. Durch Umkrystallisiren der farblosen Blättchen aus Alkohol erhält man wieder die gewöhnlichen gelben Krystalle.

Es wurde bei

| | den aus Lösung erhaltenen Krystallen | | den durch Sublimation erhaltenen Krystallen |
|---|---|---|---|
| | gemessen: | berechnet: | gemessen: |
| $m : m = (110):(1\bar{1}0) =$ | *49° 16′ | — | 49° 23′ |
| $m : o = (\bar{1}10):(\bar{1}11) =$ | *60 11 | — | — |
| $m : o = (\bar{1}10):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | *95 20 | — | — |
| $o : o = (\bar{1}11):(\bar{1}\bar{1}1) =$ | 88 23 | 88° 40′ | 88 28 |
| $b : o = (010):(\bar{1}11) =$ | 45 57 | 45 40 | 45 46 |
| $r : u = (\bar{1}02):(\bar{1}12) =$ | 21 52 | 21 51 | 21 41 |
| $u : o = (\bar{1}12):(\bar{1}11) =$ | 51 7 | 51 6 | — |
| $o : r = (\bar{1}11):(\bar{1}02) =$ | 66 52 | 66 39 | — |
| $m : r = (1\bar{1}0):(\bar{1}02) =$ | 55 22 | 55 27 | — |
| $u : v = (\bar{1}12):(\bar{1}32) =$ | 28 10 | 28 24 | 28 15 |
| $v : b = (\bar{1}32):(010) =$ | 39 38 | 39 45 | 40 1 |
| $v : o = (\bar{1}32):(\bar{1}11) =$ | — | 37 44 | — |

Auf *m* beträgt die Schiefe der Auslöschung 6° gegen die *c*-Axe, auf *b* 16° gegen dieselbe Richtung. Die aus Lösung erhaltenen gelben Kryställchen sind pleochroitisch; geht die *c*-Axe ungefähr parallel der kurzen Diagonale des Nicols, so erscheinen sie (auf *m* liegend) gelb, geht die *c*-Axe parallel der langen Nicoldiagonalen, so sind sie farblos. Die durch Sublimation entstehenden Blättchen sind in allen Lagen farblos durchsichtig; dass aber trotzdem beide Bildungsweisen identische Formen liefern, ist nach der mitgetheilten Tabelle unzweifelhaft.

Auch aus Chloroform erhält man das Phenylakridin in Krystallen von der gleichen gelben Färbung, die jedoch Krystallchloroform enthalten und sehr rasch verwittern.

Die Identität der farblosen und gefärbten Krystalle beweist, dass die Färbung nur durch intramolekular eingeschlossene Substanzen veranlasst sein kann; und da die Färbung bei verschiedenen Lösungsmitteln dieselbe ist, so können die eingeschlossenen Substanzen nicht aus dem Lösungsmittel stammen, sondern es sind dissociirte Krystallmoleküle.

## 2. Salpetersaures Jodosobenzol, $C_6H_5.J(O_3N)_2$.

Dargestellt von C. Willgerodt (Ber. d. d. chem. Ges. 1893, 26, 1307).

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 2{,}3124 : 1 : 1{,}2784;$$
$$\beta = 51^\circ 45'.$$

Die Krystalle bilden dicke, gelbe Tafeln nach $\{001\}0P$. Ausser dieser Fläche sind stets die Flächen $\{100\}\infty P\infty$ und $\{110\}\infty P$ vorhanden; $\{\bar{1}11\}+P$ wurde nur einmal als schmale Abstumpfung beobachtet. Dem-

entsprechend ist der Werth der $c$-Axe auch weniger genau als der der anderen Axenelemente. Es wurden

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(001) =$ | 51° 45′ | — |
| $(100):(110) =$ | 61 2 | — |
| $(001):(\bar{1}11) =$ | 58 53 | — |
| $(110):(001) =$ | 72 25 | 72° 33′ |
| $(\bar{1}\bar{1}1):(\bar{1}11) =$ | 103 22 | 103 29 |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}10) =$ | 48 42 | 48 42 |
| $(100):(\bar{1}11) =$ | 87 43 | 87 2 |

Die Krystalle sind nur schwach pleochroitisch; die Auslöschung auf (100) beträgt 35° gegen die Verticale.

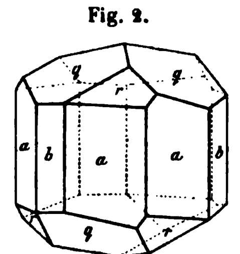
## 3. Guajacol, $C_6H_4(OH)(OCH_3)$.

Dargestellt von den Fabriques de produits chimiques de Thann et de Mulhouse (vergl. G. Freys, Chem.-Ztg. 1894, 18, 19).

Krystallsystem: Hexagonal, trapezoëdrisch-tetartoëdrisch.

$$a : c = 1 : 0,9933.$$

Fig. 2.




Beobachtete Formen (Fig. 2): $a = \{10\bar{1}0\}\infty R$, $b = \{2\bar{1}\bar{1}0\}\frac{\infty P2}{4} l$, $b' = \{11\bar{2}0\}\frac{\infty P2}{4} r$, $r = \{10\bar{1}1\}R$, $q = \{2\bar{1}\bar{1}3\}\frac{\frac{2}{3}P2}{4} l$.

Die Krystalle sind häufig mehrere Centimeter lang und etwa halb so dick, anfangs farblos, aber dem Sonnenlichte ausgesetzt färben sie sich schwach rosa; sie besitzen einen starken, eigenthümlichen Geruch. Das Prisma erster Ordnung $a$ tritt immer mit sechs Flächen auf und ist meist die herrschende Form. Das Prisma zweiter Ordnung $b$ ist häufig nur als linkes trigonales vorhanden; wenn auch das rechte trigonale Prisma $b'$ auftritt, so ist es zuweilen im Gegensatze zu dem linken matt und schmal. Von der Pyramide zweiter Ordnung wurde nur die linke trigonale Form $q$ als schiefe Abstumpfung der Polkanten des Rhomboëders $r$ beobachtet.

| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $r : r =$ | $(10\bar{1}1):(0\bar{1}11) =$ | 81° 30′ | — |
| $r : q =$ | $(10\bar{1}1):(2\bar{1}\bar{1}3) =$ | 25 10 | 24° 44′ |
| $q : r =$ | $(2\bar{1}\bar{1}3):(0\bar{1}11) =$ | 56 20 | 56 46 |
| $r : a =$ | $(10\bar{1}1):(10\bar{1}0) =$ | 41 21 | 41 5 |
| $r : a =$ | $(10\bar{1}1):(01\bar{1}0) =$ | — | 67 51 |

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $r : b' = (10\bar{1}1):(11\bar{2}0) =$ | 49° 22′ | 49° 15′ |
| $a : q = (10\bar{1}0):(2\bar{1}\bar{1}3) =$ | — | 61 22 |
| $q : b = (2\bar{1}\bar{1}3):(2\bar{1}\bar{1}0) =$ | 56 15 | 56 30 |

Optisch positiv, nicht activ, $\omega_{Na} = 1,569$, $\varepsilon_{Na} = 1,666$.

Der niedrige Schmelzpunkt (27° C.) ist für die geometrische und optische Bestimmung recht ungünstig, da die Bilder schon nach wenigen Messungen verschwommen und unbrauchbar werden.

## 4. Diacetyldiamidodibrombenzol,

$$C_6H_2\overset{(1,4)}{(NHCOCH_3)_2}\overset{(2,6)}{Br_2}.$$

Dargestellt und gemessen von O. Michel (Inaug.-Dissert. d. Univ. Basel).

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,6793 : 1 : 1,4451$.

Fig. 3.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $o = \{111\}P$ (Fig. 3).

Die Krystalle bilden dünne, farblose Blättchen nach der Basis.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $c : o = (001):(111) =$ | 68° 45′ | — |
| $o : o = (111):(1\bar{1}1) =$ | 63 10 | — |
| $o : o = (111):(\bar{1}11) =$ | 100 20 | 100° 53′ |

## 5. Acetylparanitrophenol,

$$C_6H_4.\overset{(1)}{OCOCH_3}.\overset{(4)}{NO_2}.$$

Dargestellt und gemessen von O. Michel (ebenda).

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 0,9204 : 1 : 0,8826$.

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $r = \{101\}\bar{P}\infty$.

Farblose, nach der Basis tafelförmige Krystalle.

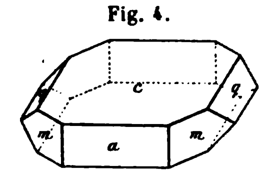
| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0) =$ | 85° 15′ | — |
| $c : r = (001):(101) =$ | 43 48 | — |
| $r : m = (101):(110) =$ | 59 42 | 59° 23′ |

## 6. Acetylorthodibromparanitroanilin,

$\overset{(1)}{C_6H_2.NHCOCH_3}.\overset{(4)}{NO_2}.\overset{(2,6)}{Br_2}.$

Dargestellt und gemessen von O. Michel (ebenda).

Fig. 1.




Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 0,8161 : 1 : 0,9566;$$
$$\beta = 71^0\,0'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}$ $\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $q = \{011\}R\infty$ (Fig. 1).

Nach der Basis tafelförmige, theils gleichseitige, theils nach der $b$-Axe verlängerte Krystalle.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $c : a = (001):(100)$ | $= 71^0\ 0'$ | — |
| $q : c = (011):(001)$ | $= 44\ 40$ | — |
| $a : m = (100):(110)$ | $= 37\ 39$ | — |
| $a : q = (100):(011)$ | $= 77\ 0$ | $76^0 37'$ |
| $c : m = (001):(110)$ | $= 76\ 30$ | $75\ 1$ |

## 7. Metanitrometaxylolazoimid,

$\overset{(1)}{C_6H_2.N_3}.\overset{(3)}{NO_2}.\overset{(4,6)}{(CH_3)_2}.$

Dargestellt und gemessen von O. Michel (ebenda).

Krystallsystem: Monoklin.

$$a : b : c = 1,2453 : 1 : ?;$$
$$\beta = 78^0\,51'.$$

Beobachtete Formen: $c = \{001\}0P$, $a = \{100\}\infty P\infty$, $m = \{110\}\infty P$. Braune Blättchen nach der Basis.

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $a : m = (100):(110)$ | $= 50^0 42'$ | — |
| $c : m = (001):(110)$ | $= 82\ 58$ | — |
| $a : c = (100):(001)$ | $= 78\ 30$ | $78^0 51'$ |

Die Auslöschungsschiefe auf (110) beträgt 7⁰ gegen die Verticalaxe.

Auf der Basis erscheint der nach (Fresnel) parallel $b$ schwingende Strahl braunroth, der parallel $a$ schwingende braungelb.

# XXXVII. Krystallographische Mittheilungen.

Von

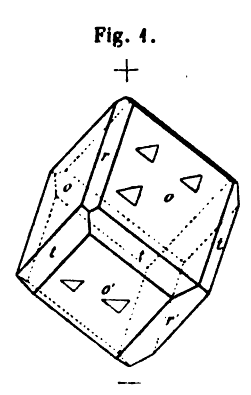
**Hermann Traube** in Berlin.

(Mit 5 Textfiguren.)

## 1. Bromsaures Kali, $KBrO_3$.

Die Krystallform des bromsauren Kalis wurde von Marignac*) und von Rammelsberg**) untersucht. Marignac erhielt aus reiner oder Salpetersäure-haltiger Lösung Rhomboëder, aus einer mit Bromkalium versetzten Lösung hemimorphe Krystalle, welche an dem einen Ende von $\{0001\}0R$ und $\{01\bar{1}2\}-\frac{1}{2}R$, an dem anderen nur von $\{10\bar{1}1\}R$ begrenzt waren. Die Substanz ist schwer in gut ausgebildeten Krystallen zu erhalten, aus reiner Lösung scheiden sich meist nur skelettartige Bildungen ab, aus salpetersaurer Lösung bekam ich etwas besser entwickelte kleine prismatische Kryställchen, welche $\{11\bar{2}0\}\infty P2$ vorherrschend und $\{10\bar{1}1\}R$ erkennen liessen. Die besten Krystalle entstanden aus einer stark mit Bromkalium versetzten Auflösung des Salzes bei möglichst langsamer Verdunstung, sie zeigten die Formen $o = \{10\bar{1}1\}R$ vorherrschend, $r = \{01\bar{1}2\}$ $-\frac{1}{2}R$, $t = \{11\bar{2}0\}\infty P2$ (siehe Fig. 1), also eine andere Ausbildung als die von Marignac beschriebenen. Die bis 0,5 cm grossen Individuen waren im Inneren häufig ganz hohl. Die Messungen ergaben:

Fig. 1.




$$a : c = 1 : 1{,}35231 \quad (1 : 1{,}3542 \text{ Marignac}).$$

*) Marignac, Ann. d. mines 1857 (5), **12**, 52.

**) Rammelsberg, Handb. d. krystallogr.-physik. Chem. 1881, **1**, 319.

| | Gemessen: | Berechnet: | Marignac: | Rammelsberg: |
|---|---|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1)$ | = 93°39′ | — | 93°42′ | 94°30′ |
| $(10\bar{1}1):(01\bar{1}2)$ | = 46 51 | 46°49′ 30″ | 46 50 | 47 |
| $(10\bar{1}1):(11\bar{2}0)$ | = 43 3 | 43 10 30 | 43 15 | |

Der bisher noch nicht bestimmte Charakter der Doppelbrechung wurde als negativ gefunden.

Hemimorphie konnte in der krystallographischen Ausbildung nicht mit Sicherheit beobachtet werden, allerdings waren häufig die drei oberen Flächen von $\{01\bar{1}2\}$ in ihrer Grösse von den drei unteren verschieden, sie fehlten auch bisweilen an einem Ende vollständig, doch fanden sich häufig genug auch Krystalle, bei denen alle Flächen von $\{01\bar{1}2\}$ die gleiche Grösse besassen.

Das bromsaure Kali ist stark pyroëlektrisch, es genügt eine kurze Erwärmung auf 60° C. auch der im Inneren hohlen Krystalle, um die elektrische Erregung hervorzurufen. Die Vertheilung der Elektricität wurde durch das Kundt'sche Bestäubungsverfahren bei Abkühlung ermittelt. Die drei oberen Rhomboëderflächen (Fig. 1) zeigten positive, die drei unteren negative Elektricität, die Rhomboëderflächen waren in ihrer ganzen Ausdehnung mit Schwefel resp. Mennige bedeckt, die Flächen von $t = \{11\bar{2}0\}$ $\infty P2$ erscheinen dagegen frei von Belag. Aus der Vertheilung der Elektricität geht hervor, dass die Krystalle in der That hemimorph in der Richtung der Verticalaxe sind, sie gehören also der hemimorph-hemiëdrischen Gruppe mit dreizähliger Verticalaxe des hexagonalen Systems*) (zweite hemimorphe Tetartoëdrie**)) an. Der analoge Pol liegt an dem Ende, an dem $\{01\bar{1}2\}$ meist mit grösseren Flächen auftritt.

Auch die Resultate der Untersuchung auf Aetzfiguren führten zur Annahme dieser Symmetrieverhältnisse. Die mit Wasser erzeugten Aetzfiguren stellten auf den Rhomboëderflächen gleichschenklige Dreiecke dar mit einem Winkel an der Spitze von ca. 80°, der auf allen Rhomboëderflächen dem analogen Pol zugewendet ist. Die Krystalle besitzen hiernach nur eine polare dreizählige Symmetrieaxe und drei durch diese hindurchgehende, gleichwerthige Symmetrieebenen.

## 2. Succinjodimid, $C_4H_4NO_2J$.

Succinjodimid krystallisirt nach P. Groth***) tetragonal-hemimorph. (Der Name Jodsuccinimid, wie die Substanz in der älteren Literatur bezeichnet wird, würde nach der jetzt geltenden chemischen Nomenclatur

---

*) P. Groth, Uebersichtstab. d. 32 Abtheil. d. Krystallf. Leipzig 1892.

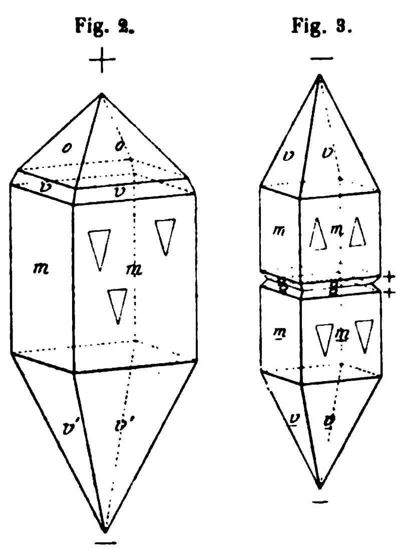
**) Th. Liebisch, Physik. Krystallogr. Leipzig 1891, 42.

***) P. Groth, Annal. d. Chem. u. Pharm. 1869, Erg.-Bd. 7, 120.

auf die theoretisch mögliche Verbindung $\frac{CH_2CO}{CHJO} > NH$ hinweisen, diese ist zwar nicht dargestellt, wohl aber ist die analoge Bromverbindung bekannt.) Da das pyroëlektrische Verhalten und die Aetzfiguren noch nicht untersucht worden sind, habe ich die Substanz nach der Vorschrift von Bunge*) neu dargestellt, indem in eine Lösung von Jod in Aceton so lange Succinimidsilber eingetragen wurde, bis die Flüssigkeit sich entfärbte. In der von dem hierbei entstehenden Jodsilber abfiltrirten Flüssigkeit schieden sich erst grosse Krystalle von Succinimid, dann millimetergrosse von Succinimidjodid ab, welche die Formen $o = \{111\} P$, $o' = \{22\bar{1}\} 2P$, $p = \{110\} \infty P$ zeigten. Die Messungen ergaben:

| | Gemessen: | Groth gemessen: | Groth berechnet auf $a:c = 1:0,8788$ |
|---|---|---|---|
| $(111):(1\bar{1}1)$ | $= 66^0 42'$ | — | $66^0 40'$ |
| $(22\bar{1}):(2\bar{2}\bar{1})$ | $= 81\ 50$ | — | $91\ 54$ |
| $(110):(111)$ | $= 38\ 58$ | $39^0$ | — |
| $(110):(21\bar{1})$ | $= 23\ 0$ | — | $23\ 3$ |

Die meisten der stets prismatisch ausgebildeten Kryställchen liessen an dem einen Ende nur $o = \{111\} P$, an dem anderen $v = \{22\bar{1}\} 2P$ erkennen, bisweilen tritt, wie Groth bereits angegeben hat, an dem Ende, welches von $\{111\}$ gebildet wird, noch $\{221\}$ mit kleinen Flächen auf (Fig. 2). Ziemlich häufig sind Zwillinge nach $\{001\} 0P$ mit deutlich einspringenden Winkeln (Fig. 3).




Das pyroëlektrische Verhalten der leicht erregbaren Substanz wurde bei Abkühlung mittelst des Bestäubungsverfahrens untersucht. Eine kurze Erwärmung auf 70° genügte, um die elektrische Erregung hervorzurufen. Der analoge Pol liegt an dem Ende, an dem $v = \{22\bar{1}\} 2P$, der antiloge an dem, an welchem $o' = \{111\} P$, bisweilen auch untergeordnet $o'$ auftritt. Die Flächen der Grundpyramide sind in ihrer ganzen Ausdehnung stark mit Schwefel, die von $o'$ stark mit Mennige bedeckt, die Prismenflächen ohne Belag.

Eine Untersuchung von acht Zwillingskrystallen ergab, dass die Individuen stets mit den antilogen Polen verwachsen waren. An derartigen

*) Bunge, Annal. d. Chem. u. Pharm. 1869, Erg.-Bd. 7, 117.

Zwillingskrystallen zeigen daher beide Enden Mennigebelag, während die Prismenflächen mit Schwefel bedeckt sind. Zwischen Mennige und Schwefel liegen schmale neutrale Zonen.

Die mit Wasser auf den Prismenflächen erzeugten Aetzfiguren stellen gleichschenklige Dreiecke mit einem Winkel an der Spitze von ca. 30° dar, die Spitzen derselben sind dem analogen Pole, die parallel den Kanten (110):(111) gehenden Basislinien dem antilogen Pole zugewendet (Fig. 3). Die Aetzfiguren sind also monosymmetrisch, sie liegen auf benachbarten Prismenflächen symmetrisch zu einer den Prismenwinkel halbirenden Ebene. Die Krystalle zeigen mithin eine vierzählige polare Symmetrieaxe und vier paarweise auf einander senkrecht stehende, durch diese hindurchgehende Symmetrieebenen, sie gehören demnach der hemimorph-holoëdrischen*) (hemimorph-hemiëdrischen**)) Abtheilung des tetragonalen Systems an. Bei Zwillingskrystallen wenden die Aetzfiguren der beiden Individuen ihre Basislinien einander zu (Fig. 3).

Die Untersuchungen auf pyroëlektrisches Verhalten und Aetzfiguren wurden an den kaum millimetergrossen Kryställchen angestellt, welche insbesondere die elektrische Vertheilung nach der Bestäubung ungemein deutlich erkennen liessen. Grössere Krystalle konnten nicht erhalten werden, da aus einer Lösung von Succinjodimid in Aceton reines Succinimid auskrystallisirte.

Ausser Succinjodimid krystallisirt in dieser Abtheilung des tetragonalen Systems noch nach Marignac***) das Fluorsilber $AgF$, welches aber wegen seiner grossen Zerfliesslichkeit nicht näher untersucht wurde, ferner noch Pentaerythrit $C_5H_{12}O_4$ †).

## 3. Bromshikimilacton, $C_7H_9BrO_5$.

Herr J. F. Eykmann beschrieb ††) vor einiger Zeit die Krystallform des von ihm dargestellten Bromshikimilacton $C_7H_9BrO_5$; die Substanz bildet hexagonale, keulenförmige, hemimorphe Nadeln, am breiteren Ende durch Basis und linke Trapezoëderflächen ($t$) abgestumpft, nach der Spitze zu durch Krümmung von $t$ kegelförmig. Nach diesen Angaben krystallisirt das Bromshikimilacton in der hemimorph-hemiëdrischen (mit sechszähliger Verticalaxe †††)) Abtheilung des hexagonalen Systems (erste hemimorphe

*) P. Groth, Uebersichtstab. d. 32 Abtheil. d. Krystallf. Leipzig 1892.

**) Th. Liebisch, Physik. Krystallogr. Leipzig 1891, 44.

***) Marignac, Ann. d. mines 1857 (5), **12**, 52.

†) Martin, N. Jahrb. f. Min., Geol. u. s. w. 1892, Beil.-Bd. **7**, 18.

††) J. F. Eykmann, Ber. d. deutsch. chem. Ges. 1891, **24**, 1293. Ref. in dieser Zeitschr. **22**, 601.

†††) P. Groth, Uebersichtstab. d. 32 Abtheil. d. Krystallf. Leipzig 1892.

Tetartoëdrie*). Ogdoëdrisch würde die Form nur dann sein, wenn sich ergeben sollte, dass die Aetzfiguren auf benachbarten Trapezoëderflächen verschieden sind, die hexagonalen Trapezoëder also eine Combination zweier correlater trigonaler Trapezoëder darstellen. Es schien daher wünschenswerth, die Krystallform dieses Körpers darauf hin zu untersuchen.

Die trapezoëdrisch-hemiëdrische Gruppe des hexagonalen Systems besitzt noch sechs zweizählige Symmetrieaxen, während in der hemimorph-hemiëdrischen (mit sechszähliger Verticalaxe) nur eine polare sechszählige Symmetrieaxe vorhanden ist. Der von Vernadsky (diese Zeitschr. **15**, 473) beschriebene Trimesinsäuretriäthylester, mit dessen Krystallform das Bromshikimilacton übereinzustimmen scheint, muss daher, da es Hemimorphie nach der Verticalaxe und hexagonale Trapezoëdrie erkennen lässt, gleichfalls in die hemimorph-hemiëdrische und nicht in die trapezoëdrisch-hemiëdrische Gruppe gehören.

Auf meine Bitte hatte Herr Eykmann die grosse Freundlichkeit, mir einige Krystalle des Bromshikimilactons zur Untersuchung zu überlassen, wofür ich ihm meinen besten Dank ausspreche. Die mir zu Gebote stehenden Krystalle zeigten eine andere Ausbildung, als die von Herrn Eykmann beschriebenen, sie waren durch Umkrystallisiren der früher untersuchten entstanden. An ihnen treten nicht Trapezoëder, sondern Pyramiden auf, sie sind gleichfalls hemimorph nach der Verticalaxe, das eine Ende wird von der Grundpyramide $o$, das andere von $v = \{20\bar{2}1\}2P$ gebildet; beide Pyramiden treten ausserdem, wie aus Fig. 1 ersichtlich, an den Krystallen noch in vielfachem Wechsel mit einander auf derart, dass $P$ immer als $\{10\bar{1}1\}$, $2P$ stets als $\{20\bar{2}\bar{1}\}$ vorhanden ist. $\{10\bar{1}1\}P$ zeigt die gleichen Polkantenwinkel, wie das von Herrn Eykmann beobachtete Trapezoëder, man könnte daher die Pyramiden auch als Trapezoëder auffassen.

Fig. 1.

Krystallsystem: Hexagonal, hemimorph-hemiëdrisch, mit sechszähliger Verticalaxe.

$a : c = 1 : 2{,}23147$ (1 : 2,4595 nach Eykmann).

| | Gemessen: | Berechnet: | Eykmann gemessen: |
|---|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(01\bar{1}1) =$ | 55° 34′ | — | 55° 28′ |
| $(10\bar{1}1):(\bar{1}011) =$ | 137 24 | 137° 34′ 42″ | — |
| $(20\bar{2}\bar{1}):(02\bar{2}\bar{1}) =$ | — | 58 45 48 | — |
| $(20\bar{2}\bar{1}):(\bar{2}02\bar{1}) =$ | 157 41 | 158 2 12 | — |

Die Pyramide $v = \{20\bar{2}\bar{1}\}2P$ besitzt stets schlechte, stark gekrümmte Flächen.

*) Th. Liebisch, Physik. Krystallogr. Leipzig 1891, 40.

Die Aetzfiguren, welche mit Wasser erzeugt wurden, zeigten die in Fig. 5 abgebildete Form, sie stellen auf den Flächen der Grundpyramide unsymmetrische, sich aus zwei dreiseitigen Flächen aufbauende Trapeze dar.

Fig. 5.

Die Aetzfiguren auf benachbarten Pyramidenflächen sind congruent und können durch eine Drehung um die Verticalaxe von 60° mit einander zur Deckung gebracht werden, sie liegen aber nicht symmetrisch zu einer den Polkantenwinkel der Pyramide halbirenden Ebene. Die Substanz krystallisirt also hemimorph-hemiëdrisch (mit sechszähliger Verticalaxe). Auch die mit Alkohol hervorgerufenen Aetzfiguren sind unsymmetrisch und führen zu der Annahme der gleichen Symmetrieverhältnisse.

Circularpolarisation konnte ich ebenso, wie Herr Eykmann, nicht beobachten. Die Bemerkung des Herrn Muthmann (in den Ref. in dieser Zeitschr. l. c.) »theoretisch sollten die Krystalle Circularpolarisation zeigen« ist unrichtig. Es ist doch schon mehrfach darauf hingewiesen worden, dass die Erscheinung der Circularpolarisation zwar an die Krystallgruppen gebunden ist, in denen »in sich gewendete« Formen auftreten, der umgekehrte Schluss aber durchaus nicht richtig ist, wonach alle Substanzen, die in solchen »gewendeten Formen« krystallisiren, auch ein optisches Drehungsvermögen besitzen müssen*). Es lassen auch einaxige oder reguläre Krystalle von in Lösung optisch activen Substanzen, die ja bekanntlich in gewendeten Formen krystallisiren, in der Regel ein Drehungsvermögen im krystallisirten Zustande vermissen.

Das pyroëlektrische Verhalten des Bromshikimilactons wurde mittelst des Bestäubungsverfahrens untersucht. Die Erregbarkeit ist recht stark, es genügt eine kurze Erwärmung auf 60°—80° C., um die Krystalle bestäuben zu können. Der antiloge Pol liegt an dem Ende, an welchem $o = \{10\bar{1}1\}P$, der analoge an dem, an welchem $v = \{20\bar{2}1\}2P$ auftritt. Die Flächen der Grundpyramide sind vollständig mit Schwefel, die von $v = \{20\bar{2}\bar{1}\}2P$ völlig mit Mennige bedeckt. Die Krystalle, welche Combinationen von den mehrfach mit einander abwechselnden Pyramiden $\{10\bar{1}1\}P$ und $\{20\bar{2}\bar{1}\}2P$ darstellen, zeigen daher zahlreiche abwechselnd gelbe und rothe Zonen.

## 4. Ueber die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes im Maticocampher und im Laurineencampher.

In der Arbeit »Ueber die Drehung der Polarisationsebene des Lichtes im geschmolzenen und krystallisirten Zustande« (diese Zeitschr. **22**, 47) ist versehentlich S. 50 die Drehung des Maticocamphers im krystallisirten Zustande für 1 mm Plattendicke mit 2°,4 angegeben, sie beträgt jedoch 2° 4',

*) Vergl. besonders Sohncke, Entwickelung einer Theorie der Krystallstructur. Leipzig 1879, 239.

also nur 2°,7. Die Drehung im krystallisirten Zustande ist daher nur sieben Mal so stark wie im geschmolzenen.

Ausser dem schwefelsauren Strychnin + $6H_2O$ und dem Maticocampher, die nach meinen früheren Angaben die einzigen Körper sind, welche in Lösung und in Krystallen die Polarisationsebene des Lichtes drehen, zeigt auch der Laurineencampher $C_{10}H_{16}O$ ein Drehungsvermögen im gelösten und krystallisirten Zustande. Des Cloizeaux*) hatte in diesem hexagonal-krystallisirenden Körper, wie a. a. O. erwähnt wurde, in 1 mm dicken Krystallplatten Circularpolarisation nicht nachweisen können, v. Seherr-Toss**) beobachtete jedoch die Drehung der Polarisationsebene auch in den Krystallen. Die Angabe hierüber ist ebenso, wie die Entdeckung der Circularpolarisation im Kaliumlithiumsulfat $KLiSO_4$, leider völlig in Vergessenheit gerathen. Einer freundlichen Privatmittheilung des Herrn v. Seherr-Toss verdanke ich einige nähere Bestimmungen, er fand für 1 mm Plattendicke:

| | |
|---|---|
| weisses Licht | + 0,875° |
| Linie *B* | + 0,455 |
| - *D* | 0,65 |
| Uebergangsfarbe | 0,73 |
| Linie *G* | + 1,818 |

Im geschmolzenen Zustande ist das Drehungsvermögen des Laurineencamphers von Gernez***) bestimmt worden, er fand für 100 mm Säulenlänge:

Drummond'sches Kalklicht + 70°,33, $t = 204°$.

Ein Vergleich der vorliegenden Werthe des Drehungsvermögens im geschmolzenen und krystallisirten Campher ist, da diese nicht für dieselben Lichtstrahlen bestimmt sind, nicht möglich, er muss vielmehr späteren Untersuchungen vorbehalten bleiben.

---

Herrn Geheimrath Prof. Dr. Klein bin ich für die Freundlichkeit, mit welcher er mir gestattete vorstehende Untersuchungen im chemischen Laboratorium des mineralogisch-petrographischen Instituts der Universität Berlin auszuführen, zu bestem Danke verpflichtet.

Berlin, Juli 1894.

*) Des Cloizeaux, Compt. rend. 1859, **48**, 1064.

**) v. Seherr-Toss, Tagebl. d. 47. Versammlung deutsch. Naturf. u. Aerzte in Breslau 1874, Nr. 4, S. 54.

***) Gernez, Annal. scientif. de l'École normale 1864, **1**, 36.

# XXXVIII. Krystallographische Untersuchung einiger neuer chilenischer Mineralien.

Von

A. Osann in München.

(Hierzu Taf. VII.)

In dieser Zeitschr. 1891, **19**, 445 hat Herr Dr. A. Dietze, früher Chemiker in Taltal, Chile, einige neue Mineralien aus den chilenischen Salzpampas beschrieben; seine Untersuchungen beschränken sich indessen fast ganz auf die chemischen Eigenschaften und die Ermittelung der chemischen Zusammensetzung dieser neuen Salze. Durch Herrn Dr. W. Fresenius erhielt kürzlich die mineralogische Sammlung der Universität München Material zur näheren Untersuchung übersandt und Herr Prof. Groth hatte die Freundlichkeit mir dasselbe zur Bearbeitung zu überlassen, wofür ich hier meinen besten Dank ausspreche.

## Darapskit.

Darapskit nannte Dietze zu Ehren des Herrn Dr. L. Darapsky in Santiago ein natürlich vorkommendes Doppelsalz von schwefelsaurem und salpetersaurem Natrium, dessen Analyse zu der Zusammensetzung $NaNO_3 + Na_2SO_4 + H_2O$ führte. Es ist dies die erste bekannte natürlich vorkommende Verbindung eines Sulfates mit einem Nitrate.

Die zwei mir zur Verfügung stehenden Stufen zeigen auf einem rothbraunen zersetzten porphyrischen Gesteine zahlreiche wasserhelle tafelförmige Krystalle, deren Hauptfläche über Quadratcentimeter gross wird. Die randlichen Flächen zeigen vielfach einspringende Winkel, welche auf eine Zwillingsbildung nach dieser Hauptfläche als Zwillingsebene schliessen lassen. Die nähere Untersuchung des Minerals ergab:

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Die Krystalle wurden so aufgestellt, dass die den tafelförmigen Habitus bedingende Fläche Orthopinakoid wird. Es sind dann wesentlich zwei Zonen an den Krystallen entwickelt, die Prismen- und Orthodomenzone, wodurch das von Dietze erwähnte quadratische Aussehen der Tafeln hervorgerufen wird.

Axenverhältniss: $a : b : c = 1,5258 : 1 : 0,7514$; $\beta = 77^\circ 5'$.

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $b = \{010\}$ $\infty\breve{P}\infty$, $m = \{110\}\infty P$, $n = \{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$, $d = \{\bar{2}01\}+2\bar{P}\infty$, $r = \{101\}$ $-\bar{P}\infty$, $e = \{302\}-\frac{3}{2}\bar{P}\infty$, $q = \{011\}\breve{P}\infty$, $s = \{\bar{1}11\}+P$, $o = \{111\}-P$, $v = \{121\}-2\breve{P}2$.

Die gemessenen und berechneten Normalenwinkel sind die folgenden:

| | | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|---|
| $a : c$ | $= (100):(001) =$ | *77° 5′ | — |
| $a : m$ | $= (100):(110) =$ | *56 5 | — |
| $a : r$ | $= (100):(101) =$ | *53 42 | — |
| $a : n$ | $= (\bar{1}00):(\bar{1}01) =$ | 74 39 | 74°34′ 30″ |
| $a : d$ | $= (\bar{1}00):(\bar{2}01) =$ | 52 10 | 52 0 20 |
| $a : e$ | $= (100):(302) =$ | 45 appr. | 45 22 |
| $m : s$ | $= (\bar{1}10):(\bar{1}11) =$ | 52 38 | 52 37 40 |
| $c : m$ | $= (001):(110) =$ | 83 appr. | 82 50 |

Die beste Flächenbeschaffenheit besitzen Orthopinakoid und Prisma $m$. Das Klinopinakoid fehlt an manchen Krystallen und giebt, wenn vorhanden, keine guten Reflexe. Die Flächen der Orthodomenzone mit Ausnahme von $a\{100\}$ sind stets stark gerundet und angeätzt, so dass an den meisten Krystallen nur Schimmerreflexe mit vorgesetzter Lupe beobachtet werden konnten. Die Fläche $e\{302\}$ konnte überhaupt nur auf diese Art annähernd bestimmt werden. Die ausserhalb der beiden Hauptzonen liegenden Flächen sind stets sehr klein und rauh und treten zudem nur an wenigen Krystallen auf. Von ihnen konnte nur $s\{\bar{1}11\}$ direct gemessen werden, das Zeichen der übrigen ist durch Zonen bestimmt. Es liegt

$o(111)$ in der Zone $m(110) : c(001)$ und $s(\bar{1}11) : a(100)$
$q(011)$ - - - $b(010) : c(001)$ - $s(\bar{1}11) : a(100)$
$v(121)$ - - - $m(110) : q(011)$ - $o(111) : b(010)$.

Fig. 1 und 2, Tafel VII geben zwei einfache Krystalle von Darapskit. Sehr häufig sind Zwillinge, bei denen stets $a\{100\}$ Zwillingsfläche ist; die Zwillingsbildung wiederholt sich zum Theil polysynthetisch, wobei die Dimensionen der einzelnen Lamellen bis zu Papierdünne herabsinken können. Fig. 3 giebt die Projection eines Zwillings auf $b\{010\}$.

Der Darapskit besitzt eine vorzügliche Spaltbarkeit nach der Hauptfläche $a\{100\}$.

Der Darapskit ist vollständig wasserhell durchsichtig. Spaltblättchen ergeben im convergenten Lichte den Austritt einer Bisectrix fast genau senkrecht, es ist dies die Axe der kleinsten Elasticität $\mathfrak{c}$. Die Ebene der optischen Axen liegt normalsymmetrisch. Der Winkel der optischen Axen konnte an einer Spaltplatte selbst im Adams'schen Apparate in Flintglas nicht mehr bestimmt werden. Es ist daher, zumal da nach der chemischen Zusammensetzung zu schliessen der mittlere Brechungsexponent $\beta$ keinen

hohen Werth besitzen wird, c aller Wahrscheinlichkeit nach stumpfe Bisectrix: das Mineral also negativ. Es ergiebt sich daraus die folgende Orientirung:

a = $b$ spitze Bisectrix,
b sehr nahe zusammenfallend mit $c$,
c sehr nahe normal auf $a\{100\}$, stumpfe Bisectrix.

Die erwähnten krystallographischen und physikalischen Eigenschaften stehen in sehr gutem Einklange mit der Theorie der Krystallstructur. Die Fläche $a\{100\}$ ist als vorzügliche Spaltfläche am dichtesten mit Krystallmolekeln besetzt, während normal zu ihr die Abstände der letzteren am grössten sind. Mit dieser Structureigenschaft hängt zusammen die stets nach $a\{100\}$ tafelförmige Ausbildung der Krystalle, das häufige Auftreten dieser Fläche als Zwillingsfläche und das nahe Zusammenfallen der in optischer Beziehung singulären Richtung c mit der Normalen zu dieser Fläche.

Die Härte des Minerals liegt zwischen 2 und 3.

Das spec. Gew. wurde im Pyknometer in Chlorkohlenstoff zu 2,203 bestimmt. Die Genauigkeit der Bestimmung ist der Mutterlaugeneinschlüsse wegen keine grosse.

Der Darapskit ist leicht in Wasser löslich. Aetzfiguren, welche durch Wasser auf $a\{100\}$ hergestellt wurden, haben die in Fig. 4 abgebildete Form, sie besitzen den durch das Krystallsystem geforderten monosymmetrischen Charakter der Fläche.

Das Mineral findet sich nach Dietze in grosser Menge mit Blödit zusammen in der Pampa del Toro, einer Pampa, die durch das reichliche Zusammenvorkommen von Sulfaten mit Rohsalpeter ausgezeichnet ist.

## Lautarit.

Lautarit hat Dietze nach der Oficina »Lautaro« ein Mineral genannt, das nach seiner Analyse reines jodsaures Calcium $Ca(JO_3)_2$ und der erste Repräsentant eines jodsauren Salzes in der Mineralwelt ist. Zur Untersuchung lagen mir lose Krystalle, Krystallfragmente und Körner vor.

Das Krystallsystem ist monosymmetrisch.

Axenverhältniss: $a : b : c = 0,6331 : 1 : 0,6462$; $\beta = 73^\circ 38'$.

Beobachtete Formen: $m = \{110\}\infty P$, $l = \{120\}\infty P\!\!\!/ 2$, $b = \{010\}\infty P\!\!\!/\infty$, $c = \{001\}0P$, $q = \{011\}P\!\!\!/\infty$, $r = \{101\}-P\!\!\!/\infty$, $n = \{\bar{1}01\}+P\!\!\!/\infty$.

Die Normalenwinkel des Lautarits sind folgende:

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $m : m = (110):(1\bar{1}0)$ = | *62° 33′ | — |
| $q : q = (011):(0\bar{1}1)$ = | *63 36 | — |
| $m : r = (110):(101)$ = | *46 31 | — |

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $l : b = (120):(010) =$ | 39° 18′ | 39° 27½′ |
| $r : q = (101):(011) =$ | 47 30 | 47 26 |
| $m : c = (110):(001) =$ | 76 15 | 76 4 |

Die Krystalle des Lautarits sind stets prismatisch entwickelt, selten ist das Prisma $l\{120\}$ allein vorhanden, wie in Fig. 5, gewöhnlich ist es mit $m\{110\}$ ungefähr im Gleichgewichte combinirt, $b\{010\}$ ist stets schmal, s. Fig. 6. Die Prismenzone ist oft stark gerundet und die Flächen vertical gestreift. Trotz der zahlreichen Reflexe, welche die Zone auf dem Goniometer giebt, konnten in ihr keine anderen Flächen mit Sicherheit festgestellt werden. Der von Dietze angeführte, mit dem Anlegegoniometer gemessene Prismenwinkel von 83° 30′ bezieht sich aller Wahrscheinlichkeit nach auf den Winkel von $(110):(\bar{1}20)$, der ca. 82° beträgt.

Als terminale Endigung tritt ganz vorherrschend $c\{001\}$ auf, alle anderen beobachteten terminalen Flächen sind selten und stets sehr klein. Die Basis selbst ist sehr uneben und giebt ganz schlechte Reflexe. Der Winkel $q:q$ liess sich mit genügender Genauigkeit messen, da nach $q$ eine ziemlich vollkommene Spaltbarkeit stattfindet und die Spaltflächen gute Reflexe ergaben. $n\{\bar{1}01\}$ wurde nur an einem Krystalle gefunden und war zu Messungen ungeeignet; sein Zeichen ergiebt sich aus den Zonen

$$m(\bar{1}10) : q(0\bar{1}1) \quad \text{und} \quad m(\bar{1}\bar{1}0) : q(011).$$

Der Lautarit ist mit hell weingelber Farbe bis nahezu farblos durchsichtig. Nach der Ansicht von Dietze rührt die Färbung von einer Einwirkung des Lichtes her. Er sagt: »Ich habe einige an den Basisflächen erst gelb gefärbte, in der Mitte dagegen noch wasserhelle Krystalle gefunden; die Zersetzung durch das Licht geht also in der Richtung der Längsaxe vor sich.« Dieser Ansicht widerspricht meine Beobachtung eines zonar gebauten Krystalles, dessen Kern aus gelber Substanz, dessen allseitig geschlossene Hülle aus nahezu wasserheller bestand; es lässt dies vielmehr auf eine Verunreinigung durch irgend eine färbende Substanz schliessen. Eine Untersuchung an reichlicherem Material wird ergeben, welche von beiden Ursachen, oder ob beide die verschiedene Färbung bedingen.

Die Ebene der optischen Axen fällt mit der Symmetrieebene zusammen. Ein Schliff nach $b\{010\}$ ergab, dass die Axe der grössten Elasticität $\mathfrak{a}$ im stumpfen Winkel $\beta$ liegt und mit $\mathfrak{c}$ einen Winkel von 24°—26° bildet. Mit der Symmetrieaxe fällt demnach $\mathfrak{b}$ zusammen.

Die ziemlich vollkommene Spaltbarkeit nach $q\{011\}$ wurde schon ererwähnt, Spuren von Spaltbarkeit finden sich nach $a\{100\}$ und $m\{110\}$.

Die Härte des Lautarits liegt zwischen 3 und 4, nahe an 4. Das spec. Gew. bestimmte Herr Dietze zu 4,59.

Die Löslichkeit des Lautarits in Wasser ist nur gering, nach Dietze lösen sich bei 20° C. 0,22 g in 100 g Wasser, im Gegensatze zu den ihn

begleitenden Salzen, welche stark hygroskopisch sind und an der Luft zerfliessen. Von Salzsäure wird er leicht unter Chlorentwickelung gelöst.

Nach Dietze findet sich der Lautarit in den sogenannten Chlorcalciumpampas, in denen der Rohsalpeter wesentlich von Chlorcalcium begleitet wird, so in der Pampa del Pique III und in der Pampa Grove.

## Dietzeït.

Dietze berichtet von einem dritten, aus der Nähe des Hauptfundortes von Lautarit stammenden Salzes, das nach einer Reihe von Analysen ein Doppelsalz von jodsaurem und chromsaurem Calcium ist und dem die Formel $7Ca(JO_3)_2$, $8CaCrO_4$ zukommt.

Die dieses Jodchromat enthaltende mir zu Gebote stehende Masse besteht aus zersetztem braunem Porphyr, der überkrustet und durchsetzt wird von Salzen, die an der Luft leicht zerfliessen. Das Jodchromat, das an seiner dunkelgoldgelben Farbe leicht kenntlich ist, bildet grösstentheils parallelfasrige und stenglige Aggregate, vielfach durchwachsen von anderen Salzen, sowie vereinzelte Körner. Krystalle sind sehr selten und klein; in einer grösseren Masse des Rohmaterials wurden sechs Kryställchen gefunden, deren grösster circa 2 mm Maximaldurchmesser zeigt.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

Axenverhältniss:

$$a : b : c = 1{,}3826 : 1 : 0{,}9515;$$
$$\beta = 73^0\,28'.$$

Beobachtete Formen: $a = \{100\}\infty\bar{P}\infty$, $b = \{010\}\infty\breve{P}\infty$, $c = \{001\}0P$, $m = \{110\}\infty P$, $l = \{210\}\infty\bar{P}2$, $r = \{\bar{1}01\}+\bar{P}\infty$, $o = \{\bar{2}21\}+2P$, $s = \{\bar{2}23\}+\frac{2}{3}P$.

Es wurden folgende Normalenwinkel gemessen und berechnet:

| | Beobachtet: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $a : m = (100):(110) =$ | $*52^0\,58'$ | — |
| $a : c = (100):(001) =$ | $*73\ \ 28$ | — |
| $a : r = (\bar{1}00):(\bar{1}01) =$ | $*67\ \ 10$ | — |
| $m : c = (110):(001) =$ | $79\ \ 47$ | $80^0\ \ 8'$ |
| $a : l = (100):(210) =$ | $33\ \ 14$ | $33\ \ 32$ |
| $o : c = (\bar{2}21):(001) =$ | $75\ \ 15$ | $74\ \ 53$ |
| $s : c = (\bar{2}23):(001) =$ | $40\ \ 37$ | $40\ \ 48$ |
| $o : z = (\bar{2}21):(\bar{1}01) =$ | $55\ \ 44$ | $55\ \ 54\ \ 30''$ |
| $s : r = (\bar{2}23):(\bar{1}01) =$ | $34\ \ 29$ | $34\ \ \ 5\ \ 20$ |
| $o : o = (\bar{2}21):(\bar{2}\bar{2}1) =$ | — | $102\ \ 55\ \ 40$ |
| $s : s = (\bar{2}23):(\bar{2}\bar{2}3) =$ | — | $63\ \ 55\ \ 40$ |

Der Habitus der Krystalle ist tafelförmig nach $a\{100\}$ und dabei etwas nach der $c$-Axe verlängert, wie ihn Fig. 7 wiedergiebt. Obwohl die meisten

Flächen sehr klein sind, geben sie doch auf dem Goniometer zum Theil nicht schlechte Reflexe. Da an den einzelnen Krystallen indessen stets nur einige Kanten zu messen waren, so sind die erhaltenen Werthe des geringen Beobachtungsmateriales wegen nicht sehr genau.

Die optischen Eigenschaften des Jodchromats sind folgende:

Die Ebene der optischen Axen liegt normalsymmetrisch, die in der Symmetrieebene liegende Bisectrix $\mathfrak{a}$ weicht nur wenig von der Normalen auf $a\{100\}$ ab und zwar liegt sie im stumpfen Winkel $\beta$. Dementsprechend ist auch die Auslöschungsschiefe auf $b\{010\}$ gering, sie wurde an einem kleinen Krystalle, der in Oel auf $\{010\}$ stehend orientirt war, zu $\mathfrak{b} : c = 5^0-7^0$ gemessen; die Dispersion der Elasticitätsaxen $\mathfrak{a}$ und $\mathfrak{b}$ ist sehr stark, daher die Dunkelstellung in weissem Lichte unsicher; dreht man von der Dunkelstellung aus in verschiedenem Sinne, so ändert sich die Interferenzfarbe in Folge jener starken Dispersion. Im Adams'schen Polarisationsapparate treten bei einem nach $a\{100\}$ tafelförmigen Krystalle auf dieser Fläche die optischen Axen in Flintglas gerade noch aus, der Axenwinkel beträgt für *Na*-Licht $87^0-88^0$; es ist also möglicherweise $\mathfrak{a}$ die stumpfe Bisectrix und das Mineral positiv. Im weissen Lichte zeigen die Krystalle sehr kräftige horizontale Dispersion und starke Dispersion der optischen Axen; $v > \varrho$.

Eine nicht vollkommene Spaltbarkeit findet nach $a\{100\}$ statt, der Bruch ist im Allgemeinen muschlig.

Die Härte liegt zwischen 3 und 4.

Das spec. Gew. wurde im Pyknometer mit Chlorkohlenstoff zu 3,698 bestimmt.

Dieses Jodchromat löst sich in Wasser nur in geringem Grade, in heissem Wasser löst es sich; aus der Lösung scheidet sich beim Erkalten farbloses jodsaures Calcium $Ca(JO_3)_2 + 6H_2O$ aus, $CaCrO_4$ bleibt in Lösung.

Ich möchte für dieses neue Mineral, den ersten Repräsentanten eines jod- und chromsauren Doppelsalzes, den Namen »Dietzeït«, nach seinem leider zu früh verstorbenen Entdecker, Herrn Dr. A. Dietze, welcher im vorigen Jahre bei einer wissenschaftlichen Expedition in den Anden durch einen Schneesturm verunglückte, vorschlagen.

**Anhang.** Der Blödit von der Pampa del Toro, der Begleiter des Darapskits, bildet nach Dietze eine über einen Fuss mächtige Schicht lose zusammengefügter Krystalle über dem Natronsalpeter. Die mir vorliegenden drei Stufen zeigen Krystalle von 1—2 cm Durchmesser, deren grösstentheils rauhe Flächenbeschaffenheit nur angenäherte Winkelmessungen gestattet. Die stets kurzprismatisch ausgebildeten Krystalle zeigen die folgenden Formen: $m\{110\}\infty P$, $n\{210\}\infty \bar{P}2$, $r\{120\}\infty \grave{P}2$, $c\{001\}0P$, $q\{\bar{2}01\}+2\bar{P}\infty$, $d\{011\}\grave{P}\infty$, $p\{111\}-P$, $\mu\{1\bar{1}1\}+P$, $o\{121\}-2\grave{P}2$.

# XXXIX. Mineralogische Notizen.

Von

L. J. Igelström in Sunnemo.

## 1. Lindesit.

Das Kirchspiel Linde und Gouvernement Örebro ist eines der erzreichsten schwedischen Bergreviere und sind es besonders die Eisenerze, welche praktische Bedeutung erlangen. Von Manganerzen ist bislang nur der Jacobsit angetroffen worden und zwar auf der kleinen Grube Glakärn. Diese sehr hoch gelegene, jetzt wieder verlassene Grube wurde im Jahre 1890 und 1891 wieder auf kurze Zeit belegt, in der Absicht, Manganerze zu gewinnen, die Arbeiten jedoch nach einigen Monaten wieder eingestellt. Die sehr merkwürdige Lagerstätte befindet sich in einem grobkörnigen granitischen Gneiss und erstreckt sich etwa über 40 m Länge und 4 m Breite; ihre Mineralführung besteht aus einem grobkörnigen Gemenge von Orthoklas, Rhodonit, Jacobsit, gelbem, dichtem und manganhaltigem Granat, Braunit (?) etc. Die Lagerstätte scheint ein Pegmatitgang zu sein, in welchem die verschiedenen Mineralien, wie Jacobsit, Rhodonit etc., später hineingelangt sind. Auf dieser Grube fand sich das weiter zu beschreibende neue Mineral, das ich nach dem Kirchspiel Lindesit nenne.

Der Lindesit findet sich in Krystallen, welche bis zu 3—4 cm Länge und 2 cm Breite und Dicke erreichen, gewöhnlich aber kleiner sind, eingewachsen in Orthoklas oder in Rhodonit, oder aber in ein blättriges Gemenge der beiden genannten Mineralien; auch zum Theil in Jacobsit habe ich denselben eingewachsen beobachtet, dagegen niemals im derben Granat.

Die Krystalle, welche dem mono- oder asymmetrischen Systeme anzugehören scheinen, haben drei sehr deutliche Spaltflächen, welche gut spiegeln. In dickeren Schichten sind sie braunroth, undurchsichtig, in dünneren dagegen mit pyropähnlicher Farbe durchsichtig. Der Strich und das Pulver sind braunroth. Die Härte ca. 6.

Vor dem Löthrohre schmilzt das Mineral schwierig zu einer schwarzgrauen magnetischen Kugel und giebt im Kölbchen nur Spuren von Wasser. Eisen, Mangan und Natronreaction. Von Salzsäure wird es nur theilweise zersetzt und gelatinirt dabei nicht.

Die Krystalle enthalten sämmtlich mikroskopische Einlagerungen, welche indessen kaum 1 % des Gesammtgewichtes betragen können und das Resultat der Analyse wohl nur wenig beeinflussen. Die Einschlüsse sind Orthoklas und es scheint, als ob beide Mineralien von gleichzeitiger Bildung seien. Eine mit 1,11 g Substanz ausgeführte Analyse ergab die weiter unten stehenden Zahlen.

Das Eisen ist, wie eine besondere Probe ergab, als $Fe_2O_3$ und das Mangan als $MnO$ vorhanden.

Die gefundenen Werthe führen auf die Formel $3ROSiO_2.R_2O_3SiO_2$; das Mineral nähert sich demnach dem Akmit und Rhodonit.

Aus der neuerdings veröffentlichten Untersuchung des sog. »Eisenschefferits« von Långban durch H. Sjögren*), welcher dieses Mineral nicht als zum Schefferit gehörig betrachtet, sondern als ein neues auffasst und mit dem Namen Urbanit (nach Urban Hjärne) belegt, scheint mir hervorzugehen, dass der Urbanit und Lindesit identisch sein könnten. Beide ähneln in der That sehr dem sog. braunen Schefferit von Långban und ich habe deswegen auch in einer im Jahre 1870 veröffentlichten Arbeit**) einen fraglichen Schefferit von der Storgrube angegeben, welche nur 1½ km von der Glakärn-Grube entfernt ist und ganz ähnliche geologische Verhältnisse wie diese aufweist, doch ist dieses Mineral nicht analysirt worden. Ein ganz ähnliches Mineral fand ich auch bei dem Hofe Nygård. Aus den beiden nebeneinandergestellten Analysen des Urbanits von R. Mauzelius und des Lindesits geht hervor, dass die beiden Mineralien keine Schefferitart sind, sondern eine, möglicher Weise auch zwei neue Species***).

| | Lindesit: | O-Verh.: | | Urbanit: | O-Verh.: | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| $SiO_2$ | 48,37 | 25,82 | | 51,61 | 27,52 | |
| $Fe_2O_3$ | 21,92 | 6,53 | 7,69 | 27,24 | 8,17 | 8,52 |
| $Al_2O_3$ | 2,47 | 1,16 | | 0,74 | 0,35 | |
| $MnO$ | 10,97 | 2,49 | 7,10 | 1,73 | 0,39 | 5,90 |
| $FeO$ | — | — | | 0,54 | 0,12 | |
| $CaO$ | 5,76 | 1,63 | | 4,90 | 1,40 | |
| $MgO$ | 3,49 | 1,40 | | 2,95 | 1,19 | |
| $Na_2O$ | 6,12 | 1,58 | | 10,59 | 2,74 | |
| $K_2O$ | — | — | | 0,36 | 0,06 | |
| $H_2O$ (Glühverl.) | 0,90 | | | 0,90 | | |
| | 100,00 | | | 101,56 | | |

*) Geol. För. i Stockholm Förhandl. 1892, **14**, 251.

**) Bidrag etc. (Beitrag zur Kenntniss der Mineralien des Gouv. Örebro), Akademie zu Stockholm 1870.

***) Sjögren betrachtet, ebenso wie ich selbst, das Mineral bestehend aus Akmit und Bisilicat.

Sollten die beiden Mineralien vereinigt werden können, so möchte ich den Namen Lindesit beibehalten, weil ich glaube, dass mir die Priorität gebührt, indem ich dieses Mineral schon im Jahre 1870 aufgefunden, wenn auch nicht richtig gedeutet habe und weil ich zweitens vor etwa zwei Jahren schon eine Analyse an die Geol. Fören. in Stockholm eingesendet habe, welche aber nicht veröffentlicht worden ist; auch eine gleichzeitig erbetene krystallographische Untersuchung von H. Sjögren ist von Diesem noch nicht vorgenommen worden.

## 2. Pyrrhoarsenit.

Dieses Mineral habe ich im Jahre 1886 auf der Sjö-Grube, Kirchspiel Grythyttan entdeckt, worauf es später von A. G. Högbom*) analysirt wurde. Ich habe nun den Pyrrhoarsenit ebenfalls untersucht und dazu ein Material verwendet, welches in derben Lagen von rein gelber Farbe in einem Gemenge von Rhodonit, Schwerspath und Calcit vorkommt. Das derbe Material ist innig gemengt mit Rhodonit- und Schwerspathpartikelchen und konnte deswegen nicht rein erhalten werden. Von den zur Analyse verwendeten 0,32 g waren nur 0,18 g reine Pyrrhoarsenitsubstanz, 0,14 g dagegen Rhodonit und Baryt in feiner Vertheilung. Chlor und Wasser fand ich nicht, von Eisen nur Spuren, ebenso kein Antimon.

Der Pyrrhoarsenit wird sehr leicht von Salzsäure gelöst.

0,17 g reine Substanz (in $HCl$ löslich) ergaben:

| | | Sauerstoff: | |
|---|---|---|---|
| $As_2O_5$ | 51,88 | | 18,40 |
| $MnO$ | 28,38 | 6,40 | 12,17 |
| $FeO$ | Spuren | — | |
| $CaO$ | 15,55 | 4,44 | |
| $MgO$ | 3,33 | 1,33 | |
| | 99,14 | | |

Das Sauerstoffverhältniss $RO : As_2O_5 = 12,17 : 18,40 = 3,04 : 4,60$ entspräche nicht genau einem Orthoarseniat, es ist indessen sehr wahrscheinlich, dass der Gehalt an $As_2O_5$ zu niedrig ausgefallen ist, und der $MnO$-Gehalt, durch eine theilweise Zersetzung des Rhodonits beim Auflösen in $HCl$, etwas zu hoch. Nimmt man demnach die ganze Differenz auf 100 als $As_2O_5 = 52,74\,\%$, so wird das Verhältniss $RO : As_2O_5 = 12,17 : 19,97 = 3,04 : 4,99 = 3 : 5$, was einem Orthoarseniat entspricht und auf die Formel $3RO.As_2O_5 = (Mn,Ca,MgO)_3As_2O_5$ führt.

Vergleicht man dies mit dem von G. Flink untersuchten krystallisirten Berzeliit von Långban, so wird ersichtlich, dass der Pyrrhoarsenit

*) Geol. För. i Stockholm Förhandl. 9, 397. Diese Zeitschr. 15, 105.

nur eine Varietät des längst bekannten Berzeliit ist, welcher aber bis 28% *MnO* enthält, von welchem der Berzeliit nur einige Procente neben *CaO* und *MgO* führt. Er könnte demnach als Mangan-Berzeliit bezeichnet werden.

Zum Vergleiche seien Högbom's Analysen (I und II) noch einmal mit der meinigen (III) beigesetzt:

| | I. | II. | III. |
|---|---|---|---|
| $CO_2$ | 1,27 | 1,58 | — |
| $BaSO_4$ | 3,96 | 1,36 | — |
| $FeO$ | Spuren | — | Spuren |
| $MnO$ | 19,18 | 14,12 | 28,38 |
| $CaO$ | 18,35 | 18,54 | 15,55 |
| $MgO$ | 3,50 | 7,53 | 3,33 |
| $As_2O_5$ | 50,92 | 53,39 | 52,74 |
| $Sb_2O_5$ | 2,60 | 2,90 | — |
| | 99,78 | 99,42 | 100,00 |

Das Verhältniss $RO : As_2O_5(Sb_2O_5)$ ist in

| I. | II. | III. |
|---|---|---|
| 3 : 5,2 | 3 : 5,3 | 3 : 4,92 |

Högbom hat etwas zu viel $As_2O_5(Sb_2O_5)$ erhalten, ich zu wenig, doch sieht man, dass ein Orthoarseniat vorliegt.

Der Pyrrhoarsenit ist ein ausgesprochen secundäres Bildungsproduct, die Altersfolge in den Klüftchen ist Rhodonit, Baryt, Pyrrhoarsenit.

## XL. Auszüge.

---

1. **C. Lüdeking** (in ?): **Synthese von Krokoit und Phönicochroit** (Americ. Journ. Sci. 1892, **44**, 57). — Verf. erhielt Krystalle genannter Verbindungen, als er eine Lösung von Bleichromat in kaustischer Kalilauge mehrere Monate in einer flachen Schüssel der Luft aussetzte. Beiderlei Krystalle können leicht durch Aussuchen getrennt werden. Die Analyse ergab:

| | Krokoit. | | Phönicochroit. | |
|---|---|---|---|---|
| | Gefunden: | Berechnet: | Gefunden: | Berechnet: |
| *Pb* | 63,9 | 64,04 | 71,2 | 71,43 |
| $CrO_4$ | 35,2 | 35,96 | 25,9 | 26,73 |

Die Kryställchen sind zwar nicht sehr gross, aber ziemlich flächenreich.

In ähnlicher Weise, durch Stehenlassen einer Lösung von Bleiglätte in kaustischer Kalilauge, erhielt der Verf. auch Kryställchen von $2PbO.H_2O$.

Ref.: F. Grünling.

2. **W. S. Bayley** (in Waterville, Me.): **Gestreifter Granat von Buckfield in Maine** (Ebenda 79). — Ein Granatkrystall {211} mit schmalem {110} ist tief gestreift nach der Combinationskante (211):(110).

Ref.: F. Grünling.

3. **W. Lindgren** (in San Francisco): **Das Goldvorkommen am Pine Hill, Californien** (Ebenda, 1892, **44**, 92). — Am Pine Hill, etwa 11 Meilen südsüdwestl. vom Gras-Valley, in Nevada County gelegen, finden sich in einer stark kaolinisirten Zone des Diabas und Diabasporphyrits unregelmässige Gänge und Schnüre (seams) von Baryt, welche goldführend sind. Ein wohlausgeprägter Barytgang scheint nicht vorhanden zu sein, vielmehr macht es den Eindruck, als wenn nur eine locale Anreicherung von zahlreichen unregelmässigen Barytadern eingetreten sei. Baryt ist im übrigen ein ziemlich seltenes Mineral in Californien und findet sich nicht in normalen Quarzgoldgängen. Gediegen Gold mit Baryt wird als seltenes Vorkommen aus dem südlichen Colorado und von Hanks auch aus der Malakoff hydraulic Mine bei North Bloomfield, Nevada Co., erwähnt.

Ref.: F. Grünling.

4. **F. A. Genth** († in Philadelphia): **Mineralogische Beiträge Nr. 54, mit krystallographischen Notizen von S. L. Penfield** (Ebenda 381).

1. **Aguilarit***). Der Verf. giebt folgende neue Analysen:

a) unregelmässige, flache Partikel eingeklemmt zwischen Spaltungsrissen in Calcit oder zwischen Calcit und Quarz. Bruch hakig, Farbe eisenschwarz. Fast reiner Aguilarit;

b) feine, haarförmige Nadeln und drahtförmige Massen ohne deutliche Krystallflächen, auch flache winzige Partikel, alle zu einer unregelmässigen, schwammigen Masse von eisengrauer Farbe zusammengehäuft. Dazwischen kleine, bis 5 mm grosse Kryställchen von anscheinend hexagonaler Form, Polybasit gleichend. Die Analyse b. des sorgfältig ausgewählten Materials lässt noch eine geringe Beimengung eines Sulfantimonids erkennen.

| | a. | b. |
|---|---|---|
| *Ag* | 79,41 | 80,27 |
| *S* | 5,93 | 6,75 |
| *Se* | 13,96 | 12,73 |
| *Cu* | 0,50 | 0,07 |
| *Fe* | — | 0,26 |
| *Sb* | — | 0,41 |
| | 99,80 | 100,49 |

c) Krystalle wie unter b. erwähnt bis 10 mm Durchmesser, mit Calcit auf Quarz sitzend. Es sind die bereits früher*) erwähnten Umwandlungen des Aguilarit in Stephanit mit metallischem Silber, Argentit etc. Die äusseren Theile sind brüchig, die inneren geschmeidig, aber nicht rein zu erhalten.

| Brüchige Partie: | | | | Geschmeidige Partie: | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| *Ag* | 67,58 oder | $Ag_2S$ | 62,85 | *Ag* | 84,05 oder | *Ag* | 25,28 |
| *Cu* | 6,83 | $Ag_2Se$ | 16,35 | *Cu* | 1,83 | $Ag_2S$ | 55,49 |
| *Fe* | 0,42 | $CuS$ | 9,27 | *Fe* | — | $Ag_2Se$ | 14,28 |
| *Sb* | 6,83 | $FeS$ | 0,56 | *Sb* | 1,24 | $CuS$ | 2,75 |
| *As* | — | $Sb_2S_3$ | 9,56 | *As* | 0,28 | $Sb_2S_3$ | 1,74 |
| *Se* | 3,51 | | | *Se* | 3,82 | $As_2S_3$ | 0,46 |
| *S* | 14,76 | | | *S* | 8,76 | | |
| | 99,93 | | 98,59 | | 99,98 | | 100,00 |

Die Krystalle scheinen einem neuen Minerale anzugehören.

d) Verzerrte massive Dodekaëder, 1—2 m gross, ohne Ausfressungen oder Skelettbildung wie die früher beobachteten Krystalle, weswegen eine chemische Abweichung zu vermuthen war.

| Gefunden: | | Berechnet: | |
|---|---|---|---|
| *Ag* | 84,40 | *Ag* | 85,06 |
| *Cu* | 0,49 | *S* | 11,03 |
| *S* | 11,36 | *Se* | 3,91 |
| *Se* (aus der Diff.) | 3,75 | | 100,00 |
| | 100,00 | | |

Dies entspricht einem Silberglanz, in welchem $\frac{1}{8}S$ ersetzt ist durch *Se*: $\frac{1}{8}Ag_2Se + \frac{7}{8}Ag_2S$. Die hierfür berechneten Werthe oben.

e) **Akanthit** von Guanajuato in Mexico. Drahtförmige Krystalle in Calcit. Enthält kein Selen.

*) Diese Zeitschr. 22, 414.

| | |
|---|---|
| $Ag$ | 86,79 |
| $S$ | 13,20 |
| | 99,99 |

2. **Metacinnabarit.** Unregelmässige Partien von 5—10 mm Länge, zerstreut in eisenhaltigem, blätterigem Baryt von San Joaquin, Orange Co., Californien. Farbe eisenschwarz, an einigen Stellen Umwandlung in gewöhnlichen Zinnober zeigend. Muschliger Bruch, zerbrechlich, weich. Spec. Gew. 7,706.

| | |
|---|---|
| $Hg$ | 85,89 |
| $S$ | 13,69 |
| $Cl$ | 0,32 |
| | 99,90 |

Alle untersuchten Fragmente zeigten diesen Chlorgehalt, obige 0,32 % würden auf eine Beimengung von 1,23 % Calomel hindeuten.

3. **Löllingit** von Drum's Farm, Alexander Co., N.-Carolina, oberflächlich in Skorodit umgewandelt. Einige dichte, anscheinend sehr reine Fragmente ergaben: Spec. Gew. 7,031.

| | |
|---|---|
| $Fe$ | 70,83 |
| $Cu$ | Spur |
| $As$ | 27,93 |
| $S$ | 0,77 |
| | 99,52 |

4. **Rutil** findet sich in winzigen, schwarzen Krystallen im fleischrothen Orthoklas von West Cheyenne Cañon, El Paso Co., Colorado, noch häufiger sitzen sie aber in dem etwas jüngeren Quarz. Grösse 0,5—4 mm. Formen: {100}, {110}, {130}, {101}, {111}. Der Habitus erinnert mehr an Kassiterit. Verzerrte Krystalle, vier Flächen {111} grösser als die anderen, so dass ein scheinbar monoklines Prisma entsteht. Spec. Gew. 4,249. Nach Abzug von 0,7 % Quarz:

| | |
|---|---|
| $SnO_2$ | 1,40 |
| $TiO_2$ | 91,96 |
| $Fe_2O_3$ | 6,68 |
| | 100,04 |

5. **Quarz** als Zersetzungsproduct des fleischrothen Feldspaths von West Cheyenne Cañon, durch Zersetzung wird der Feldspath zellig ausgehöhlt und theilweise erfüllt mit weissen, zelligen Krusten, welche entweder direct dem Feldspath aufliegen oder durch eine Zwischenschicht, bestehend aus erdigem Limonit, getrennt sind. Das reine grau- oder schwach grünlichweisse Material zeigt kryptokrystalline Structur, matt oder schwacher Glasglanz. Härte = 8, spec. Gew. 2,552. Die Analyse gab:

| | |
|---|---|
| Glühverlust | 0,95 |
| $SiO_2$ | 96,63 |
| $Al_2O_3$ | 0,93 |
| $Fe_2O_3$ | 0,85 |
| $Na_2O$ | Spur |
| $K_2O$ | 0,46 |
| | 99,82 |

Die Kruste besteht demnach aus Quarz, welchem ein wenig Feldspath beigemengt ist. Ein feines, nadelförmiges Mineral im selben Mineral konnte Mangels Material nicht bestimmt werden.

6. Danalith von West Cheyenne Cañon, El Paso Co., Colorado. Ein Krystallfragment von 15 × 17 mm und ein grösseres Fragment ohne Krystallflächen, letzteres durch Eisen und Magnesia gefärbt, ergaben sich als eine Varietät des Danalith. Das Krystallbruchstück zeigt noch $x\{111\}$, $x\{1\bar{1}1\}$, $\{110\}$, das Dodekaëder etwas verzerrt. Keine Spaltbarkeit, Bruch uneben splittrig bis muschlig. Farbe theilweise rosa bis braun, von einer schwachen Oxydation. Spec. Gew. 3,626—3,661. Glasglanz.

Das Analysenmaterial wurde mit sehr verdünnter $HCl$ gereinigt und glich in der Farbe einem tief gefärbten Rosenquarz. Mittel aus zwei Analysen.

| | | | | Molekularverhältniss: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Glühverlust | 0,21 | | | | | |
| $SiO_2$ | 30,26 | $Si$ | 14,12 | 0,504 | | 2,93 |
| $BeO$ | 12,70 | $Be$ | 4,70 | 0,500 | | |
| $CuO$ | 0,30 | $Cu$ | 0,24 | 0,004 | | |
| $ZnO$ | 46,20 | $Zn$ | 37,07 | 0,570 | 1,187 | 6,90 |
| $FeO$ | 6,81 | $Fe$ | 5,37 | 0,096 | | |
| $MnO$ | 1,22 | $Mn$ | 0,95 | 0,017 | | |
| $S$ | 5,49 | | | 0,172 | | 1,00 |
| | 103,19 | | | | | |
| Ab $O$ für $S$ | 2,78 | | | | | |
| | 100,41 | | | | | |
| $O$ | 35,04 | 2,78 | 32,26 | 2,016 | | 11,72 |

entsprechend der Formel: $(Be, Zn, Fe, Mn)_7 Si_3 O_{12} S$.

Begleitmineralien sind: Quarz, Astrophyllit und ein Mineral, das neu zu sein scheint.

7. Yttrium-Calciumfluorid fand sich an einigen der eben genannten mit Astrophyllit associirten Quarzen in körnig-krystallinischen Partikeln. Andeutung von Spaltbarkeit, weiss, grauweiss und röthlichweiss. H. = 4, spec. Gew. 4,316. Zur Analyse diente 1 g Material, das mit Schwefelsäure zersetzt wurde, durch welche $Fl$ als $HFl$ und ein wenig Kiesel als $SiFl_4$ ausgetrieben wird.

| | | Berechn. als Fluoride: | Mol.-Verhältn.: | | |
|---|---|---|---|---|---|
| Glühverlust | 1,57 | | | | |
| $(Yt, Er)_2O_3$*) | 47,58 | 58,05 | 0,317 | | |
| $CeO_2$ | 0,83 | 0,96 | 0,005 | 0,331 | 1 |
| $(La, Di)_2O_3$ | 1,55 | 1,86 | 0,009 | | |
| $CaO$ | 19,41 | 27,03 | 0,347 | | 1 |
| $Fe_2O_3$ u. and. Beimeng. nicht bestimmt. | | 89,47 | | | |

Diese Zahlen führen auf die Formel: $CaFl_2 . (Yt, Er, Ce, La, Di)Fl_3$.

8. Zersetzter Zirkon oder Cyrtolith. Zusammengehäufte, säulige Krystalle von einem Mittelpunkte ausstrahlend, die Prismenflächen gestört und

*) Molekulargewicht von $Yt$ und $Er$ 126; Oxyde gelb, Sulfate und Oxalate schwach rosa.

begrenzt von gerundeten Flächen der gewöhnlichen Zirkonpyramide. Gefleckt durch einen grünbraunen Ueberzug aus Eisen und Uranoxyd, Farbe nach Behandlung mit verdünnter Salzsäure sehr hell grünlichgrau. Spec. Gew. 4,258.

Fanden sich mit Muscovit, fleischrothem Orthoklas und Quarz zusammen am Mount Antero, Chaffee Co., Colorado. Die Analyse ergab:

| | a. | b. |
|---|---|---|
| Glühverlust | 2,42 | 2,47 |
| $SiO_2$ | 30,38 | 30,66 |
| $ZrO_2$ | 61,38 | 60,89 (aus der Diff.) |
| $Yt_2O_3$ | 0,60 | 0,65 |
| $Fe_2O_3$ | 0,70 | 0,63 |
| $UO_2$ | 4,82 | 4,70 |
| $MnO$, $MgO$, $CaO$ | Spur | Spur |
| | 100,30 | 100,00 |

9. Lepidolith, schöne, gross krystallisirte Varietät von Tanagama Yama. Japan. Platten von 30—80 mm, zweiaxig mit grossem Axenwinkel. Farbe grauweiss, schwach röthlich. Spec. Gew. 2,883. Vor dem Löthrohre leicht zu einem braunen Glase schmelzend, unter tiefer Rothfärbung der Flamme. Die Analyse, Mittel aus zwei Bestimmungen, ergab:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 53,34 |
| $Al_2O_3$ | 17,76 |
| $Fe_2O_3$ | 3,25 |
| $MnO$ | 2,77 |
| $MgO$ | 0,05 |
| $CaO$ | 0,37 |
| $Li_2O$ | 4,60 |
| $Na_2O$ | 1,55 |
| $K_2O$ | 10,90 |
| $H_2O$ | 0,65 |
| $Fl$ | 7,78 |
| | 103,02 |
| Ab $O$ für $Fl$ | 3,28 |
| | 99,74 |

Der Lepidolith ist mehr oder minder bedeckt mit kleinen bräunlichen Schüppchen, welche augenscheinlich ein Zersetzungsproduct des Lepidoliths sind; eine Analyse ergab:

| | |
|---|---|
| $SiO_2$ | 52,91 |
| $Al_2O_3$ | 21,15 |
| $Fe_2O_3$ | 3,59 |
| $MnO$ | 0,94 |
| $Li_2O$ | 2,19 |
| Glühverlust | 5,97 |
| $Fl$, $K_2O$, $Na_2O$ etc. | nicht best. |

Das Mineral ist demnach nichts anderes, als durch Wasseraufnahme veränderter Lepidolith.

10. Fuchsit. In einem eigenthümlichen Glimmerschiefer, bestehend aus grauem Muscovit mit Quarz in Habersham Co., Ga., findet sich zusammen mit

Chromit und verwachsen mit grauem Muscovit ein tief smaragdgrüner Glimmer in Blättchen von 10—12 mm Durchmesser. Keine Krystallumrisse, zweiaxig mit grossem Axenwinkel, ausgesprochener Pleochroismus parallel c hellchromgrün, parallel b hellgrün (Penfield). Spec. Gew. 2,983. Die Analyse ergab:

| | |
|---|---|
| Glühverlust | 6,04 |
| $SiO_2$ | 46,73 |
| $Al_2O_3$ | 29,00 |
| $Cr_2O_3$ | 2,73 |
| $Fe_2O_3$ | 2,59 |
| $MgO$ | 3,03 |
| $CuO$ | 0,14 |
| $Na_2O$ | 0,26 |
| $K_2O$ | 9,25 |
| | 99,77 |

Ref.: F. Grünling.

5. S. L. Penfield (in New Haven): **Krystallographische Untersuchung einer Reihe von Alkalitrihalogeniden** (Americ. Journ. of Science 1892 [3], **43**, 19 und 478; siehe auch Zeitschr. für anorg. Chemie **1**, 88, 445). — Die vom Verf. untersuchten interessanten Verbindungen, die eine grosse isomorphe Gruppe bilden, sind von Wells und Wheeler dargestellt worden, und zwar in der Weise, dass die einfachen Alkalihalogenide mit der entsprechenden Menge freier Halogene in möglichst wenig Wasser oder Alkohol aufgelöst und die entstandenen Verbindungen durch Abkühlen oder Verdunsten zum Krystallisiren gebracht wurden. Am schwersten löslich und am leichtesten zu erhalten sind die Cäsiumverbindungen; die Rubidium- und Kaliumsalze sind leichter löslich und unbeständiger. Auch vom Jod zum Chlor nimmt die Beständigkeit der Verbindungen ab.

Die Schmelzpunkte der Substanzen, die in zugeschmolzenen Röhrchen bestimmt wurden, sind folgende:

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| $CsJJ_2$ | 201°—208° | $RbJJ_2$ | 190° | $KJJ_2$ | 38° |
| $CsBrBrJ$ | 243°—248° | $RbBrBrJ$ | 225° | $KBrBrJ$ | 60° |
| $CsClClJ$ | 225°—230° | $RbClClJ$ | 180°—200° | $KClClJ$ | 60° |
| $CsClBrJ$ | 225°—235° | $RbClBrJ$ | 205° | - | |
| $CsBrBr_2$ | 180° | $RbBrBr_2$ | zers. | - | |
| $CsClClBr$ | 205° | $RbClClBr$ | zers. | - | |
| $CsClBr_2$ | 191° | $RbClBr_2$ | 76° | - | |

Wie man sieht, nehmen die Schmelzpunkte in der Reihenfolge $Cs - Rb - K$ ab; ähnlich ist es mit den Zersetzungspunkten.

Die Farbe der Verbindungen hängt von den Halogenen ab, die sie enthalten; das Alkali hat keinen wesentlichen Einfluss auf diese Eigenschaft. In den dasselbe Alkali enthaltenden Reihen ist die Farbe um so dunkler, je höher das Molekulargewicht ist. Für die Cäsiumverbindungen giebt der Verf. folgende Zusammenstellung:

$CsJJ_2$ glänzend schwarz, fast undurchsichtig; Strich braun.

$CsBrJ_2$ dunkel röthlichbraun, dünne Krystalle sind tiefroth durchsichtig; Strich dunkelroth.

$CsBrBrJ$ dunkelkirschroth.

| | |
|---|---|
| $CsClBrJ$<br>$CsBr_3$<br>$CsClBr_2$ | gelblichroth; das Gelb nimmt zu in der Reihenfolge, wie die Körper aufgezählt sind. |
| $CsCl_2J$ | rhombische Modification tieforange,<br>rhomboëdrische - blassorange. |
| $CsCl_2Br$ | hellgelb. |

Die untersuchten Substanzen sind, wie bemerkt, isomorph und krystallisiren im rhombischen Systeme bis auf zwei Kaliumverbindungen, die monosymmetrisch krystallisiren und eine zweite Modification von $CsCl_2J$, die dem rhomboëdrischen Systeme angehört. Die Hauptformen sind {100}, {110}, {011} und {102}, doch wechselt der Habitus sehr, und wird daher für jede Verbindung besonders beschrieben. Die Axenverhältnisse sind in folgender Tabelle enthalten; unter II. ist, um besser vergleichen zu können, die Brachyaxe als Einheit genommen.

1. Reihe mit Jod.

| | I. $a : b : c$ | II. $a : b : c$ |
|---|---|---|
| $CsJJ_2$ | 0,6824 : 1 : 1,1051 | 1 : 1,4655 : 1,6196 |
| $RbJJ_2$ | 0,6858 : 1 : 1,1234 | 1 : 1,4582 : 1,6381 |
| $KJJ_2$ | 0,7065 : 1 : ? | 1 : 1,4154 |
| | monosymmetrisch, $\alpha = 93^0\ 12\frac{1}{2}'$ | |
| $CsBrJ_2$ | 0,6916 : 1 : 1,1419 | 1 : 1,4460 : 1,6511 |
| $CsBrBrJ$ | 0,7203 : 1 : 1,1667 | 1 : 1,3882 : 1,6196 |
| $RbBrBrJ$ | 0,7130 : 1 : 1,1640 | 1 : 1,4025 : 1,6325 |
| $KBrBrJ$ | 0,7158 : 1 : 1,1691 | 1 : 1,3970 : 1,6333 |
| $CsClBrJ$ | 0,7230 : 1 : 1,1760 | 1 : 1,3831 : 1,6268 |
| $RbClBrJ$ | 0,7271 : 1 : 1,1745 | 1 : 1,3753 : 1,6153 |
| $CsClClJ$ | 0,7373 : 1 : 1,1920 | 1 : 1,3563 : 1,6167 |
| $RbClClJ$ | 0,7341 : 1 : 1,1963 | 1 : 1,3622 : 1,6296 |
| $KClClJ$ | 0,7335 : 1 : 1,2204 | 1 : 1,3633 : 1,6638 |
| | monosymmetrisch, $\alpha = 96^0\ 40'$. | |

2. Reihe ohne Jod.

| | I. $a : b : c$ | II. $a : b : c$ |
|---|---|---|
| $CsBrBr_2$ | 0,6873 : 1 : 1,0581 | 1 : 1,4550 : 1,5395 |
| $RbBrBr_2$ | 0,6952 : 1 : 1,1139 | 1 : 1,4384 : 1,6023 |
| $CsClBr_2$ | 0,699 : 1 : ? | 1 : 1,430 : ? |
| $RbClBr_2$ | 0,70 : 1 : 1,1269 | 1 : 1,43 : 1,61 |
| $CsClClBr$ | 0,7186 : 1 : 1,1237 | 1 : 1,3917 : 1,5638 |
| $RbClClBr$ | 0,7146 : 1 : 1,1430 | 1 : 1,3994 : 1,5995 |

Die nachfolgende Tabelle enthält die Winkelwerthe; die mit einem Stern bezeichneten sind gemessen, die übrigen berechnet. Controllwinkel giebt der Verf. nicht an, da sich immer eine befriedigende Uebereinstimmung zwischen Messung und Rechnung zeigte.

1. Reihe mit Jod.

| | $(110):(1\bar{1}0)$ | $(011):(0\bar{1}1)$ | $(102):(\bar{1}02)$ |
|---|---|---|---|
| $CsJJ_2$ | *68° 37' | *95° 43' | 78° 0' |
| $RbJJ_2$ | *68 53 | *96 39 | 78 38 |
| $KJJ_2$ | *70 34 | — | — |
| $CsBrJ_2$ | *69 20 | 97 34 | *79 5 |
| $CsBrBrJ$ | *71 32 | *98 48 | 78 0 |

| | (110):(1$\bar{1}$0) | | (011):(0$\bar{1}$1) | | (102):($\bar{1}$02) | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *RbBrBrJ* | 70° 58′ | | *98° 40′ | | *78° 27′ | |
| *KBrBrJ* | 71 12 | | *98 55 | | 78 28 | |
| *CsClBrJ* | *71 44 | | *99 15 | | 78 15 | |
| *RbClCrJ* | 72 2 | | *99 10½ | | *77 51 | |
| *CsClClJ* | 72 48 | | *100 1 | | *77 54 | |
| *RbClClJ* | .72 34 | | *100 13 | | *78 21 | |
| *KClClJ* | 72 54 | | — | | *79 8 | |

2. Reihe ohne Jod.

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| *CsBrBr$_2$* | *69 0 | | *93 14 | | 75 10 | |
| *RbBrBr$_2$* | *69 37 | | *96 10 | | 77 24 | |
| *CsClBr$_2$* | *69 56 | | — | | — | |
| *RbClBr$_2$* | *70 | appr. | *96 58 | | 76 | appr. |
| *CsClClBr$_2$* | *71 24 | | *96 40 | | 76 0 | |

Beim Vergleiche der Axenverhältnisse ergeben sich mehrere bemerkenswerthe Beziehungen. Zunächst stellt sich heraus, dass durch Ersetzung von Cäsium durch Rubidium, und in einem Falle durch Kalium, die Form nur sehr wenig geändert wird, während bei zwei Kaliumverbindungen eine Aenderung der Symmetrie eine grosse Aenderung der Axen verursacht.

Was den Einfluss des Halogens auf die Form anbelangt, so kommt der Verf. zu folgendem Schlusse: Vergleicht man die sämmtlichen Jod enthaltenden Cäsium- oder Rubidiumverbindungen mit einander, so bemerkt man, dass das Verhältniss zweier Axen nahezu constant bleibt, während die dritte sich ändert. Dasselbe bemerkt man bei den kein Jod enthaltenden Verbindungen, aber in dieser Reihe weicht das Verhältniss zwischen den constanten Axen nicht unwesentlich von dem entsprechenden Verhältnisse bei den Jod-haltigen Verbindungen ab. Der Verf. will daraus schliessen, dass ein Jodatom in den Körpern eine besondere Rolle spielt, dass dieselben also nicht einfach als Verbindungen von dreiwerthigem Alkali aufgefasst werden können.

Im Folgenden soll noch kurz der Habitus für die einzelnen Substanzen beschrieben werden.

Cäsiumtrijodid, $CsJ_3$. Krystalle aus wässeriger Lösung zeigten die Formen {110}, {100} vorherrschend, {011}, {021} und {001}. Habitus: Nadelförmig nach der $c$-Axe. Aus alkoholischer Lösung entstanden Tafeln nach {100}, welche ausserdem {110}, {010}, {021}, {011}, {012}, {001} und {102} zeigten.

Cäsiumbromdijodid, $CsBrJ_2$. Tafeln nach {010}, die ausserdem {011}, {001}, {102}, {110} und {100} zeigen. Merklich pleochroitisch; durch (010) ist für Strahlen, die parallel der $c$-Axe schwingen, die Farbe tiefbraun, fast undurchsichtig, für parallel der $a$-Axe schwingende Strahlen dagegen schön rothbraun. Die Ebene der optischen Axen ist das Makropinakoid.

Cäsiumdibromjodid, $CsBr_2J$. Kurzprismatisch nach {011}; ausserdem {110} gross, {100}, {102} und {001} klein.

Cäsiumchlorbromjodid, $CsClBrJ$. Formen dieselben wie beim vorigen; Habitus langprismatisch nach der $a$-Axe.

Cäsiumdichlorjodid, $CsCl_2J$. Dimorph. An der rhombischen Modification treten {011} vorherrschend, {100} und {102} gross, {001} untergeordnet auf.

Zweite Modification.

Krystallsystem: Hexagonal-rhomboëdrisch.

$a : c = 1 : 0,96363$.

Beobachtete Formen: $\{10\bar{1}1\}$, $\{02\bar{2}1\}$ und $\{11\bar{2}0\}$. Das Grundrhomboëder herrscht vor.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(10\bar{1}1):(01\bar{1}\bar{1})$ = | $*99^0 48'$ | — |
| $(12\bar{1}0):(02\bar{2}1)$ = | 37 45 | $37^0 49'$ |

Cäsiumtribromid, $CsBr_3$. Nur $\{010\}$, $\{110\}$ und $\{011\}$ wurde beobachtet. Kurzprismatisch entweder nach der $a$- oder $c$-Axe. $\{010\}$ fehlt häufig.

Cäsiumchlordibromid, $CsClBr_2$. Kurzprismatisch nach der $c$-Axe, es wurde nur Prisma und Basis beobachtet.

Cäsiumdichlorbromid. Dicke Prismen. Formen: $\{001\}$, $\{110\}$ und $\{011\}$.

Rubidiumtrijodid, $RbJ_3$. Schöne, flächenreiche Krystalle, $\{110\}$ und $\{011\}$ vorherrschend, ausserdem $\{001\}$, $\{102\}$, $\{010\}$, $\{021\}$, $\{111\}$. Die beiden letzteren fehlen manchmal. Kurzprismatisch nach der $a$-Axe.

Rubidiumdibromjodid, $RbBr_2J$. Langprismatisch nach der $a$-Axe. $\{011\}$ vorherrschend, $\{102\}$ gross, $\{100\}$, $\{110\}$, $\{001\}$ klein.

Rubidiumchlorbromjodid, $RbClBrJ$. Habitus ähnlich wie beim vorigen; nur $\{011\}$, $\{102\}$, $\{100\}$ beobachtet, letzteres fehlt manchmal.

Rubidiumdichlorjodid, $RbCl_2J$. Kurzprismatisch nach der $a$-Axe. Formen: $\{011\}$, $\{102\}$, $\{100\}$.

Rubidiumtribromid, $RbBr_3$. $\{110\}$ und $\{011\}$ vorherrschend, $\{021\}$ gross, $\{100\}$ und $\{010\}$ klein.

Rubidiumchlordibromid, $RbClBr_2$. Tafeln nach $\{010\}$; ausserdem treten auf $\{110\}$, $\{011\}$, $\{102\}$ und $\{001\}$. Die Verbindung ist äusserst unbeständig und war es deshalb schwierig, selbst bei niederen Temperaturen gute Messungen zu erhalten.

Rubidiumdichlorbromid, $RbClClBr$. Langprismatisch nach der $a$-Axe. Formen: $\{011\}$, $\{102\}$ gross, $\{100\}$, $\{110\}$ klein.

Kaliumtrijodid, $KJ_3$. Krystallsystem monosymmetrisch. Um mit den anderen Substanzen vergleichen zu können, muss man die Krystalle so stellen, dass die Klino- (in diesem Falle $b$-Axe) von rechts nach links läuft.

$$a : b = 0,7065 : 1. \quad \alpha = (0\bar{1}0):(001) = 86^0\, 47\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: $\{110\}$, $\{010\}$, $\{001\}$. Habitus kurzprismatisch. Häufig Zwillinge nach dem Orthopinakoid.

$$(010):(110) = 54^0 43'$$
$$(001):(\underline{001}) = 60\ 25$$
$$(110):(001) = 91\ 50 - 91^0 55', \text{ ber. } 91^0 51'.$$

Kaliumdibromjodid, $KBr_2J$. Rhombisch wie die Cäsium- und Rubidiumverbindungen. Tafeln nach $\{100\}$, etwas nach der $c$-Axe gestreckt; ausserdem kommen $\{120\}$, $\{010\}$, $\{021\}$, $\{011\}$ und $\{102\}$ vor.

$$(100):(120) = 55^0 4', \quad (011):(0\bar{1}1) = 98^0 55'.$$

K a l i u m d i c h l o r j o d i d, $KCl_2J$. Lange, monosymmetrische Nadeln; $b$ wurde wieder als Klinoaxe genommen. Formen: {100}, {010}, {001}, {032}, {102}.

$$a : b : c = 0,7335 : 1 : 1,2204; \quad \alpha = 83^0 20'.$$

$$(001):(010) = 96^0 40'$$
$$(102):(\bar{1}02) = 79 \quad 8$$
$$(001):(032) = 66 \quad 35$$

Spaltbarkeit bei den Cäsiumverbindungen vollkommen parallel (001); bei den Rubidiumverbindungen vollkommen nach (001), unvollkommen nach (100). Es ist schwierig, Spaltflächen zu erhalten, da die Krystalle sehr spröde sind.

Ref.: W. Muthmann.

**6. S. L. Penfield** (in New Haven): **Krystallform einiger Alkalipentahalogenide** (Americ. Journ. of Science 1892 [3], **44**, 46; siehe auch Zeitschr. für anorg. Chemie **2**, 259). — Die Substanzen sind sämmtlich von W e l l s und W h e e l e r dargestellt.

1. C ä s i u m p e n t a j o d i d, $CsJ_5$.

Krystallsystem: Asymmetrisch.

$$a : b : c = 0,9890 : 1 : 0,42765;$$
$$\alpha = 96^0 56', \quad \beta = 89' 55\tfrac{1}{2}', \quad \gamma = 90^0 21\tfrac{1}{2}'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {1$\bar{1}$0}, {011}, {041}, {0$\bar{2}$1}, {311}, {$\bar{3}$11}, {341}, {$\bar{3}$41}. Habitus wechselnd; {110}, {1$\bar{1}$0} und {011} sind fast immer, {100} und {341} häufig gross ausgebildet, die übrigen Formen treten zurück.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | *90° 2′ | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *89 47 | — |
| (100):(110) = | *44 43 | — |
| (001):(0$\bar{2}$1) = | *43 26 | — |
| (0$\bar{2}$1):(011) = | *65 25 | — |
| (100):(1$\bar{1}$0) = | 45 4 | 45° 4′ |
| (100):(021) = | 90 6 | 90 16 |
| (100):(011) = | 89 57 | 89 54 |
| (100):(311) = | 41 18 | 41 19 |
| ($\bar{1}$00):($\bar{3}$11) = | 41 31 | 41 25 |
| (001):(110) = | 85 8 | 85 9 |
| (001):(1$\bar{1}$0) = | 85 7 | 85 7½ |
| (0$\bar{2}$1):($\bar{1}\bar{1}$0) = | 65 9 | 65 3 |
| (0$\bar{2}$1):(1$\bar{1}$0) = | 65 8 | 65 18 |
| (011):(110) = | 70 3 | 70 2 |
| (011):($\bar{1}$10) = | 70 6 | 70 4 |
| (311):(110) = | 40 41 | 40 41 |
| (041):(011) = | 32 30 | 32 37½ |
| (341):(110) = | 25 46 | 25 44½ |
| ($\bar{3}$41):($\bar{1}$10) = | 25 56 | 25 52 |

### 2. Cäsiumtetrachlorjodid, $CsClCl_3J$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,9423 : 1 : 0,4277; \quad \beta = 93^{0}\,40'$.

Beobachtete Formen: $\{010\}$, $\{210\}$, $\{212\}$, $\{211\}$, $\{\bar{2}11\}$, $\{011\}$. Grosse Krystalle, langprismatisch nach der $c$-Axe; vorherrschend Prisma und Symmetrieebene, $\{011\}$ nur untergeordnet.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(210):(2\bar{1}0)$ = | *50° 22′ | — |
| $(210):(212)$ = | *44 51 | — |
| $(212):(\bar{2}\bar{1}1)$ = | *106 35 | — |
| $(210):(211)$ = | 27 3 | 27° 7′ |
| $(\bar{2}\bar{1}0):(\bar{2}\bar{1}1)$ = | 28 35 | 28 34 |
| $(212):(2\bar{1}2)$ = | 32 59 | 33 2 |
| $(212):(010)$ = | 73 31 | 73 29 |
| $(010):(011)$ = | 31 0 | 30 21 |

### 3. Rubidiumtetrachlorjodid, $RbClCl_3J$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 1,1390 : 1 : 1,975; \quad \beta = 112^{0}\,53\tfrac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: $\{001\}$, $\{010\}$, $\{110\}$, $\{111\}$, $\{\bar{1}11\}$. Dünne Tafeln nach der Basis, oft über 2 cm breit.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(001):(110)$ = | *74° 26′ | — |
| $(001):(111)$ = | *55 25 | — |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | *76 21 | — |
| $(001):(\bar{1}11)$ = | 82 12 | 82° 15′ |
| $(\bar{1}11):(\bar{1}10)$ = | 23 20 | 23 19 |
| $(111):(110)$ = | 19 5 | 19 6 |

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene.

Die beiden zuletzt beschriebenen Verbindungen sind isodimorph; aus einer Lösung, welche beide enthielt, wurden zwei Arten von Mischkrystallen erhalten; die einen, in Form und Winkeln mit der Cäsiumverbindung übereinstimmend, enthielten etwa 16 % $RbCl_4J$, während die anderen, nach der Rubidiumverbindung krystallisirenden, ca. 11 % der Cäsiumverbindung aufgenommen hatten.

### 4. Kaliumtetrachlorjodid, $KClCl_3J$.

Aus warmer Lösung fällt diese Verbindung immer in Form von dünnen, nicht messbaren Nädelchen aus; nur durch langsames Verdunsten bei gewöhnlicher Temperatur können gute Krystalle erhalten werden.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a : b : c = 0,9268 : 1 : 0,44725; \quad \beta = 95^{0}\,42'$.

Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{110\}$, $\{120\}$, $\{023\}$. Langprismatisch nach der $c$-Axe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *85° 22′ | — |
| $(023):(0\bar{2}3)$ = | *33 3 | — |
| $(100):(023)$ = | *84 32 | — |
| $(120):(1\bar{2}0)$ = | 56 58 | 56° 56′ |

Stellung und Indices beim letzten Salze wurden gewählt, um einen Vergleich mit der Cäsiumverbindung zu ermöglichen; in der That scheinen Beziehungen zu existiren, wie aus folgender Zusammenstellung hervorgeht:

$CsClCl_3J$ Monosymmetrisch $a:b:c = 0,9423:1:0,4277;\ \beta = 93°40'$
$KClCl_3J$ - $a:b:c = 0,9268:1:0,44725;\ \beta = 95\ 42$
$CsJ_5$ Asymmetrisch $a:b:c = 0,9890:1:0,42765;$
$\alpha = 96°56',\ \beta = 89°55\frac{1}{2}',\ \gamma = 90°21\frac{1}{2}'.$

5. Natriumtetrachlorjodid, $NaClCl_3J.2H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a:b:c = 0,6745:1:0,5263.$

Beobachtete Formen: {010}, {110}, {111}, {021}. Kurzprismatisch nach der Verticalaxe; ihrer leichten Zersetzbarkeit wegen mussten die Krystalle bei einer Temperatur von 0° gemessen werden.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *68° 0′ | — |
| $(110):(111)$ = | *46 44 | — |
| $(110):(010)$ = | 56 0 | 56° 0′ |
| $(010):(021)$ = | 43 29 | 43 32 |

Ref.: W. Muthmann.

7. S. L. Penfield (in New Haven): **Krystallographische Untersuchung einiger Additionsproducte der Jodsäure** (Amer. Journ. of Science 1892 [3], 44, 132; siehe auch Zeitschr. für anorg. Chemie 2, 447). — Die Substanzen sind dargestellt von H. L. Wheeler.

1. Rubidiumchlorid-Jodsäure, $RbCl.HJO_3$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,9830:1:0,7577;\ \beta = 92°4'.$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {320}, {110}, {120}, {011}, {101}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{1}$02}, {211}, {111}, {142}, {$\bar{2}$11}, {$\bar{1}$11}. Die sehr flächenreichen Krystalle gaben gute Reflexe; sie bilden kurze Prismen nach der $c$-Axe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(001)$ = | *87° 56′ | — |
| $(100):(101)$ = | *51 5 | — |
| $(001):(011)$ = | *38 8 | — |
| $(100):(320)$ = | 33 13 | 33° 13′ |
| $(100):(110)$ = | 44 7 | 44 29½ |
| $(100):(120)$ = | 62 42 | 63 1½ |
| $(100):(211)$ = | 38 19 | 38 28½ |
| $(100):(111)$ = | 57 13 | 57 14 |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(011) | = 88° 29′ | 88° 21′ |
| ($\bar{1}$00):($\bar{2}$11) | = 38 32 | 39 47 |
| ($\bar{1}$00):($\bar{1}$11) | = 59 57 | 59 38 |
| (101):(111) | = 30 28 | 30 31 |
| ($\bar{1}$01):($\bar{1}$11) | = 31 22½ | 31 24 |
| (111):(112) | = 26 36 | 26 30 |
| (001):($\bar{1}$02) | = 21 17 | 21 20 |
| (001):($\bar{1}$01) | = 38 26 | 38 23½ |

2. Cäsiumchlorid-Jodsäure, $CsCl.HJO_3$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$a:b:c = 0,9965:1:0,7698$; $\beta = 90° 6\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {110}, {130}, {403}, {203}. Dünne Tafeln nach der Basis; die Krystalle sind immer mit einander verwachsen und häufig in radialförmigen Gebilden gruppirt. Die Flächen waren immer gestreift, weshalb die Messungen nicht als sehr genau zu betrachten sind.

(110):(1$\bar{1}$0) = 90° 12′
(110):(221) = 24 37
(100):(221) = 49 53

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; durch (001) sieht man die spitze Bisectrix und am Rande des Gesichtsfeldes eine Axe austreten.

Die beiden beschriebenen Verbindungen zeigen, obwohl sehr verschieden im Habitus, doch eine solche Uebereinstimmung in den Axenverhältnissen, dass sie wohl als isomorph zu betrachten sind.

Ref.: W. Muthmann.

8. S. L. Penfield (in New Haven): **Krystallographische Untersuchung einiger Silberalkalidoppelhalogenide** (Amer. Journ. of Science 1892 [3], 44, 157; siehe auch Zeitschr. für anorg. Chemie 2, 303). — Die Substanzen sind dargestellt von Wells und Wheeler.

Es wurde untersucht Cäsiumsilberchlorid, Rubidium- und Kaliumsilberchlorid. Die drei Doppelsalze sind isomorph und krystallisiren im rhombischen Systeme. Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {120}, {101}, {301}. Habitus:

**$2CsCl, AgCl$** bildet kleine Prismen, nach der Verticalaxe gestreckt. Die Messungen fielen wegen schlechter Flächenbeschaffenheit nicht sehr genau aus.

**$2RbJ, AgJ$.** Habitus wie beim vorigen, manchmal kommen jedoch auch Tafeln nach (100) vor. Grosse Krystalle, bis zu 10 mm Länge. Spaltbar nach (100); durch diese Fläche sieht man die stumpfe Bisectrix austreten; die optische Axenebene ist (010).

**$2KJ, AgJ$.** Grosse Krystalle vom Habitus der Cäsiumverbindung.

Axenverhältnisse:

| | |
|---|---|
| $2CsCl, AgCl$ | $a:b:c = 0,971:1:0,244$ |
| $2RbJ, AgJ$ | $a:b:c = 0,977:1:0,236$ |
| $2KJ, AgJ$ | $a:b:c = 0,977:1:0,234$ |

Winkeltabelle:

| | (110):(1̄10) | (120):(1̄20) | (101):(1̄01) |
|---|---|---|---|
| $2CsCl, AgCl$ | 88° 18′ | *54° 29′ | *28° 11′ |
| $2RbJ, AgJ$ | *88 40 | 54 12 | *27 12 |
| $2KJ, AgJ$ | *88 40 | 54 12 | *27 0 |

Ref.: W. Muthmann.

9. **S. L. Penfield** (in New Haven): **Krystallographische Untersuchung einiger Alkalihalogenoaurate** (Americ. Journ. of Science 1892 [3], **44**, 160; siehe auch Zeitschr. für anorg. Chemie **2**, 307). — Die Substanzen sind dargestellt von Wells und Wheeler.

Es wurden untersucht Cäsiumchloroaurat, Cäsiumbromoaurat, Rubidiumchloroaurat und Rubidiumbromoaurat. Die vier Salze bilden eine isomorphe Gruppe und stimmen im Habitus völlig überein.

Beobachtete Formen: {001}, {110}, {021}, {2̄01}, {1̄11}. Vorherrschend {110} und {2̄01}; Habitus langprismatisch nach der $c$-Axe. Beim $CsAuBr_4$ wurden Zwillinge nach (111̄), beim $RbAuBr_4$ solche nach (201̄) beobachtet.

Die Rubidiumsalze sind leichter löslich und bilden grössere Krystalle als die Cäsiumverbindungen. Die Flächen sind bei allen Substanzen sehr glänzend und geben gute Reflexe.

Axenverhältnisse:

$CsAuCl_4$
$a : b : c = 1,1255 : 1 : 0,7228$
$\beta = 71° 36'$.

$CsAuBr_4$
$a : b : c = 1,1359 : 1 : 0,7411$
$\beta = 70° 24\frac{1}{2}'$.

$RbAuCl_4$
$a : b : c = 1,1954 : 1 : 0,7385$
$\beta = 75° 32'$.

$RbAuBr_4$
$a : b : c = 1,1951 : 1 : 0,7256$
$\beta = 76° 53\frac{1}{2}'$.

Winkeltabellen:

| | | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|---|
| $CsAuCl_4$. | (110):(11̄0) = | *93° 46′ | — |
| | (110):(001) = | 77 36 | 77° 32′ |
| | (110):(021) = | 44 6 | 44 7 |
| | (021):(2̄01) = | *75 17 | — |
| | (1̄1̄0):(2̄01) = | *60 36 | — |
| | (001):(2̄01) = | 64 30 | 64 18 |
| $CsAuBr_4$. | (110):(11̄0) = | *93 53 | — |
| | (110):(001) = | *76 46 | — |
| | (110):(021) = | 43 23 | 43 20 |
| | (021):(1̄11) = | 32 23 | 32 40½ |
| | (021):(2̄01) = | 75 31 | 75 59 |
| | (1̄1̄0):(2̄01) = | *60 41 | — |
| | (110):(<u>110</u>) = | 27 58 | 28 58 |
| $RbAuCl_4$. | (110):(11̄0) = | *98 21 | — |
| | (110):(001) = | *80 36 | — |
| | (1̄1̄0):(2̄01) = | *62 12 | — |
| | (001):(2̄01) = | 60 4 | 59 59 |
| | (021):(02̄1) = | 110 20 | 110 4½ |

***RbAuBr***$_4$.

| | Gemessen | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *98° 40′ | — |
| (110):(001) = | *81 30 | — |
| (110):(021) = | 44 57 | 45° 12½′ |
| (021):($\bar{1}$11) = | 31 26 | 31 35½ |
| (021):($\bar{2}$01) = | 72 28 | 72 26 |
| ($\bar{1}\bar{1}$0):($\bar{2}$01) = | 62 9 | 62 21½ |
| (021):(0$\bar{2}$1) = | *109 26 | — |
| (110):($\underline{110}$) = | 55 42 | 55 17 |

Die Axenverhältnisse der beiden Cäsiumverbindungen sind sehr ähnlich, ebenso die der Rubidiumsalze, während grosse Differenzen zwischen den Cäsium- und den Rubidiumverbindungen bestehen. Die Ersetzung des einen Alkalimetalles durch ein anderes modificirt die Form hier also sehr bedeutend, ganz anders als bei den Trihalogeniden. Beim Vergleiche der Chlor- und Bromverbindungen zeigt sich keine Regelmässigkeit.

**$2CsAuCl_4 . H_2O$.**

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a : b : c = 0,625 : 1 : 0,24.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010}, {110}, {120}, {101}. Dünne Tafeln nach (100). Beim Herausnehmen aus der Mutterlauge werden die Krystalle sofort in Folge von Wasserverlust trübe, weshalb die Messungen nicht besonders genau sind.

(100):(110) = 32° ca. (100):(010) = 90° ca.
(100):(120) = 51 - (101):($\bar{1}$01) = 42 -

Die Ebene der optischen Axen ist (001); durch (100) tritt die spitze Bisectrix aus, der Axenwinkel ist gross. Doppelbrechung +.

Ref.: W. Muthmann.

**10. S. L. Penfield** (in New Haven): **Krystallographische Untersuchung der Cäsium-Mercurihalogenide** (Amer. Journ. of Science 1892 [3], **44**, 311; siehe auch Zeitschr. für anorg. Chemie **2**, 420). — Die sämmtlichen Substanzen sind von H. L. Wells dargestellt. Der besseren Uebersicht wegen sind die Axenverhältnisse für jeden besonderen chemischen Typus in Tabellen zusammengestellt.

1. Typus 3 : 1.

| | | $a : b : c$ |
|---|---|---|
| $Cs_3HgCl_5$ | Rhombisch, hemimorph nach der $b$-Axe*) | 0,7976 : 1 : 0,6605 |
| $Cs_3HgCl_3Br_2$ | - - - - - | 0,7882 : 1 : 0,6527 |
| $Cs_3HgBr_5$ | - - - - - | 0,7966 : 1 : 0,6656 |
| $Cs_3HgJ_5$ | - sphenoidisch-hemiëdrisch | 0,5362 : 1 : 0,97975 |
| | oder $\frac{3}{2}a : b : \frac{2}{3}c$ | 0,8043 : 1 : 0,6532 |
| $Cs_3HgBr_3J_2$ | - - - | approximativ wie $Cs_3HgJ_5$. |

Die drei ersten Salze gleichen sich vollkommen im Habitus und sind zweifellos isomorph. Sie zeigen dieselben Formen: {110} vorherrschend, {011}, {021} und {111}. Die Krystalle sind ausnahmslos hemimorph nach der $b$-Axe ausgebildet; {021} wurde nur an einer Seite beobachtet, {011} und {111} sind auf

*) Der Verf. schreibt Rhombisch, monosymmetrisch-hemiëdrisch.

dieser Seite immer grösser entwickelt als auf der anderen, auch zeigt sich auf einer Seite Neigung zu Skelettbildungen, die auf der anderen Seite nicht beobachtet wurde. Es ist auffallend, dass das Chlorid und Bromid in den Axenverhältnissen sehr ähnlich sind, das dazwischenliegende Chlorobromid ziemlich stark abweicht.

Die optischen Eigenschaften der Salze sind rhombisch; die Ebene der optischen Axen ist die Basis.

| $Cs_3HgCl_5$. | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1̄10) = | *77° 9′ | — |
| (110):(111) = | *43 21 | — |
| (11̄0):(111) = | 80 41 | 80° 41½′ |
| (110):(011) = | 69 55 | 69 54 |
| (110):(021) = | 60 8 | 60 11 |
| (011):(021) = | 19 29 | 19 26 |
| (011):(01̄1) = | 66 53 | 66 53½ |
| (011):(111) = | 34 39 | 34 39 |
| $Cs_3HgCl_3Br_2$. | | |
| (110):(11̄0) = | 76 33 | 76 30 |
| (110):(111) = | *43 29 | — |
| (110):(011) = | 70 14 | 70 13 |
| (011):(021) = | 19 28 | 19 25 |
| (011):(01̄1) = | *66 16 | — |
| (011):(111) = | 34 37 | 34 44 |
| $Cs_2HgBr_5$. | | |
| (110):(11̄0) = | *77 5 | — |
| (110):(111) = | *43 6½ | — |
| (11̄0):(111) = | 80 37 | 80 36½ |
| (110):(011) = | 69 49 | 69 48 |
| (110):(021) = | 60 10 | 60 7 |
| (011):(01̄1) = | 67 16 | 67 18 |
| (011):(111) = | 34 47 | 34 49 |

$Cs_3HgJ_5$. Die rhombisch-sphenoidisch-hemiëdrisch krystallisirende Verbindung $Cs_3HgJ_5$ wurde in prächtig glänzenden, bis 5 mm grossen Krystallen erhalten, die eine grosse Verschiedenheit im Habitus zeigten.

Beobachtete Formen: {010}, {001}, {102}, {011}, {021}, x{111}, x{11̄1}, x{112}, x{11̄2}, x{12̄1}. Die Ausbildung ist manchmal deutlich hemiëdrisch mit vorherrschendem x{111}; oft herrscht die Basis vor und es wurden auch Krystalle beobachtet, die bei vorherrschendem (001) die Sphenoide in gleicher Ausbildung zeigten. Doch kann an der Hemiëdrie kein Zweifel sein.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(111) = | *64° 15′ | — |
| (111):(11̄1) = | *50 23 | — |
| (001):(011) = | 44 23 | 44° 25′ |
| (001):(021) = | 62 58 | 62 58 |
| (001):(112) = | 46 1 | 46 2 |
| (112):(11̄2) = | 39 55 | 39 46 |
| (112):(112̄) = | 87 57 | 87 56 |
| (112):(102) = | 19 50 | 19 53 |
| (11̄1):(12̄1) = | 17 48 | 18 4 |

$Cs_3HgBr_3J_2$ ist isomorph mit dem vorigen; die Formen sind $\varkappa\{111\}$ vorherrschend, $\varkappa\{1\bar{1}1\}$ und $\{001\}$ klein. Messungen konnten nicht angestellt werden, da die Flächen stark gekrümmt und gestreift waren.

Beide Verbindungen spalten nach der Basis, doch sind die Krystalle sehr spröde und zerbrechlich. Bei $Cs_3HgJ_5$ ist die Ebene der optischen Axen das Makropinakoid, durch $\{001\}$ sieht man eine Bisectrix austreten.

2. Typus 2 : 1.

| | | |
|---|---|---|
| $Cs_2HgBr_4$ | Rhombisch | $a : b : c = 0,5706 : 1 : 1,4715$ |
| $Cs_2HgCl_2Br_2$ | - | $a : b : c = 0,567 : 1 : ?$ |
| $Cs_2HgJ_4$ | Monosymmetrisch | $a : b : c = 1,3155 : 1 : 0,9260$; $\beta = 110^0 1'$ |
| $Cs_2HgBr_2J_2$ | - | approximativ wie das vorige. |

$Cs_2AgBr_4$. Krystallisirt in dünnen rectangulären Tafeln nach $\{010\}$; ausserdem wurden beobachtet $\{110\}$, $\{011\}$, $\{001\}$, $\{221\}$. $(011)$ ist immer klein, $(221)$ fehlt oft. Nach der $c$-Axe gestreckt, die Krystalle sind oft mehrere Centimeter lang, aber höchstens $\frac{1}{2}$ mm dick.

| | Berechnet: | Gemessen: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | $*59^0 25'$ | — |
| $(010):(011)$ = | $*34\ 12$ | — |
| $(110):(221)$ = | $33\ 58\frac{1}{2}$ | $33^0 58'$ |

Die Ebene der optischen Axen ist das Makropinakoid; durch $(010)$ sieht man eine Bisectrix; der optische Axenwinkel wurde in Bromnaphtalin gemessen

$2H$ für $Na$-Licht $80^0 12'$
- $Li$- - $85\ 23$

Die Dispersion ist demnach stark, $\varrho > v$. Doppelbrechung $+$.

$Cs_2HgCl_2Br_2$. Die Krystalle waren äusserst dünn und zerbrechlich, es konnten nur die Prismenwinkel gemessen werden.

$(110):(1\bar{1}0) = 59^0 6'$, $(110):(130) = 30^0 53'$, ber. $30^0 56'$.

Die Isomorphie mit dem vorigen Salze ist zweifellos; die Ebene der optischen Axen ist auch hier $(100)$, der Axenwinkel sehr gross.

$Cs_2HgJ_4$. Monosymmetrisch. Beobachtete Formen: $\{100\}$, $\{010\}$, $\{001\}$, $\{110\}$, $\{\bar{2}01\}$, $\{011\}$. Der Habitus ist sehr wechselnd; manchmal wurden Tafeln nach $(100)$, manchmal solche nach $(001)$ beobachtet; die letzteren sind häufig nach der $b$-Axe gestreckt. Spaltbarkeit vollkommen nach der Basis.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(001):(100)$ = | $*69^0 56'$ | — |
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | $*77\ 58$ | — |
| $(100):(\bar{2}01)$ = | $*41\ 25$ | — |
| $(001):(011)$ = | $40\ 55$ | $41^0 1'$ |

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; die Axe der grössten Elasticität bildet einen Winkel von ca. $50^0$ mit der $c$-Axe im spitzen Winkel $\beta$.

$Cs_2HgBr_2J_2$. Isomorph mit dem vorigen; kurze Prismen, die nur $\{110\}$, $\{100\}$ und $\{001\}$ zeigen. Nur approximative Messungen waren möglich:

$(100):(001) = 66^0 41' - 66^0 47'$, $(110):(1\bar{1}0) = 77^0 16' - 77^0 57'$.

Spaltbarkeit vollkommen nach $(001)$.

3. Typus 1 : 1.

| | | |
|---|---|---|
| $CsHgCl_3$ | Regulär und rhombisch | $a:b:c = 0{,}57735:1:0{,}40884$ |
| $CsHgClBr_2$ | - - - | approximativ wie das obige. |
| $CsHgBr_3$ | - - monosymmetrisch | $a:b:c = 1{,}0124:1:0{,}70715$; $\beta = 87^0\,7'$. |
| $CsHgBrJ_2$ | Monosymmetrisch | $a:b:c = 0{,}978:1:0{,}743$; $\beta = 87^0\,3\frac{1}{2}'$. |

Die drei ersteren Verbindungen sind dimorph; aus Lösungen, die einen Ueberschuss von Halogenalkali enthalten, krystallisirt die reguläre Modification. Formen: {100} vorherrschend, zuweilen mit {110} und {210}. Meist zeigen die Krystalle optische Anomalien; die schwache Doppelbrechung verschwindet aber, wenn man die Krystalle zerdrückt, woraus der Verf. schliesst, dass dieselbe auf Spannungen zurückzuführen ist.

**$CsHgCl_3$**, rhombische Modification, wurde immer in zwei ganz verschiedenen Typen erhalten; die erste Art von Krystallen bildet sich an Seiten des Becherglases, die zweite von total verschiedenem Habitus ausschliesslich am Boden des Gefässes. Die Krystalle des ersten Typus zeigten folgende Formen: {100}, {010}, {110}, {130}, {101}, {201}, {021}, {111}. Vorherrschend {111}; {010}, {201}, {130} und {021} fehlen manchmal.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(110):(1\bar{1}0)$ = | *60⁰ 0' | — |
| $(021):(02\bar{1})$ = | *101 27½ | — |
| $(111):(\bar{1}11)$ = | 66 28½ | 66⁰ 29' |
| $(111):(1\bar{1}1)$ = | 36 54 | 36 54 |
| $(110):(111)$ = | 50 43½ | 50 43½ |
| $(100):(111)$ = | 56 45 | 56 45½ |
| $(1\bar{1}0):(111)$ = | 71 33½ | 71 33 |
| $(111):(021)$ = | 36 54 | 36 54 |
| $(100):(101)$ = | 54 42½ | 54 42 |
| $(100):(201)$ = | 35 13 | 35 13½ |

Da der Prismenwinkel genau gleich 60⁰ gefunden wurde, so machte der Verf. Schliffe nach der Basis, um zu constatiren, ob nicht vielleicht die Substanz hexagonal krystallisire; diese Schliffe zeigten aber eine so schwache Doppelbrechung, dass keine befriedigenden Schlüsse gezogen werden konnten. In der Ausbildung der Flächen deutet jedenfalls nichts auf eine hexagonale Symmetrie hin.

Sehr merkwürdig ist der zweite Typus der Krystalle; dieselben zeigen nämlich ganz andere Formen als die soeben beschriebenen und eine vollkommene asymmetrische Ausbildung; der Verf. vermuthet eine »tetartoëdrische Ausbildung« der rhombischen Krystalle, wodurch sich die trikline Symmetrie erklären würde*). Die sehr flächenreichen, schön ausgebildeten, bis 5 mm grossen Krystalle zeigten folgende Formen: {010}, $\{1\bar{1}0\}$, {201}, {021}, {111}, $\{\bar{1}11\}$, $\{\bar{1}\bar{1}1\}$, {132}, $\{1\bar{3}2\}$, $\{\bar{1}31\}$, $\{\bar{1}91\}$, $\{\bar{1}.15.1\}$, $\{7\bar{9}5\}$, $\{\bar{1}97\}$, {11.3.1}. Vorherrschend ist {132}, nach welcher Fläche die Krystalle tafelförmig ausgebildet sind.

In der Zone (111) (132) (021) konnten an den Prismen die Brechungsexponenten approximativ bestimmt werden:

*) Anm. des Ref. Es scheint eine dritte Modification vorzuliegen, die dem asymmetrischen Systeme angehört, aber mit der rhombischen Modification grosse Aehnlichkeit in den Winkeln zeigt.

Prismen von 36° 54′ *Na*-Licht 1,791, *Li*-Licht 1,779
- - 63 28½ - - 1,792 - - 1,779.

Die gemessenen Winkel finden sich in der Winkeltabelle der folgenden Substanz.

**$CsHgClBr_2$.** Die Krystalle dieser Substanz zeigten dieselbe Ausbildung wie die vorigen; auch hier ist (132) vorherrschend; alle oben angegebenen Formen mit Ausnahme von {11.3.1} und {1̄9̄7} wurden auch hier beobachtet, ausserdem noch {02̄1}, {11̄1}, {1̄3̄1}, {1̄71}, {2.1̄2̄.7}. Die Krystalle waren wegen der geringeren Löslichkeit der Substanz kleiner als die oben beschriebenen, gaben indessen gute Reflexe.

| | $CsHgCl_3$ | $CsHgClBr_2$ | Berechnet nach dem rhombischen $CsHgCl_3$ |
|---|---|---|---|
| (11̄0):(201) | = 44° 45′ | 45° 6′ | 44° 58½′ |
| (201):(111) | = 26 35 | 26 27 | 26 34½ |
| (111):(132) | = 18 27 | 18 34 | 18 27 |
| (132):(021) | = 18 26 | 18 23 | 18 27 |
| (021):(1̄31) | = 26 44 | 26 26 | 26 34½ |
| (1̄.15.1):(1̄31) | = 33 40 | 33 20 | 33 40½ |
| (1̄91):(1̄31) | = 26 36½ | 26 27 | 26 33 |
| (1̄71):(1̄31) | = — | 21 35 | 21 47½ |
| (1̄31):(1̄11) | = 26 33 | 26 37 | 26 34½ |
| (1̄11):(1̄1̄1) | = 36 52½ | 36 37 | 36 54 |
| (01̄0):(1̄3̄1) | = 44 44 | — | 44 58 |
| (79̄5):(13̄2) | = 22 13 | — | 22 13 |
| (1̄9̄7):(1̄1̄1) | = 28 38 | — | 28 35 |
| (13̄2):(1̄1̄1) | = 50 54 | — | 50 49 |
| (79̄5):(132) | = 62 29½ | 62 22 | 62 28½ |
| (1̄1̄1):(1̄1̄.3̄.1̄) | = 60 46 | — | 60 45 |
| (1̄11):(1̄1̄.3̄.1̄) | = 66 53 | — | 66 59 |
| (201):(11̄1) | = — | 26 38 | 26 34½ |
| (11̄1):(13̄2) | = — | 18 23 | 18 27 |
| (13̄2):(02̄1) | = — | 18 34 | 18 27 |
| (2.1̄2̄.7):(02̄1) | = — | 10 13 | 10 19 |
| (132):(1̄91) | = 50 59 | 51 4 | 50 46 |
| (132):(11̄1) | = — | 50 50 | 50 49 |
| (132):(13̄2) | = 60 3 | — | 60 4 |

Die Doppelbrechung ist etwas stärker als bei $CsHgCl_3$. Auf (132) ist die Auslöschung parallel den Kanten (111):(132):(021).

**$CsHgBr_3$**, monosymmetrisch, wahrscheinlich hemimorph nach der Symmetrieaxe. Beobachtete Formen: {001}, {110}, {201}, {1̄01}, {1̄11}, {221}, {261}, {1̄31}. Kurze Prismen nach der *c*-Axe mit vorherrschendem (110) und (001). Die Ausbildung der Pyramiden (261) und (1̄31) ist immer hemimorph, sie treten nur rechts auf; oft ist auch (221) grösser als (22̄1).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(110) | = *87° 58½′ | — |
| (001):(1̄01) | = *35 52 | — |
| (001):(201) | = 52 28½ | 52° 30½′ |
| (001):(1̄11) | = 45 40 | 45 49 |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *90° 38′ | — |
| ($\bar{1}$01):($\bar{1}$31) = | 60 41 | 60° 40′ |
| (201):(221) = | 38 46 | 38 46½ |
| (201):(261) = | 67 21 | 67 28 |

***$CsHgBrJ_2$***. Monosymmetrisch; Formen: {010}, {001}, {320}, {034}. Tafeln nach der Basis, welche Fläche immer gekrümmt ist.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (320):(3$\bar{2}$0) = | *66° 8′ | — |
| (010):(034) = | *60 54 | — |
| (320):(034) = | *72 22 | — |
| ($\bar{3}$20):(034) = | 76 16 | 76° 50′ |

Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; durch die Basis tritt eine Axe fast senkrecht aus.

4. Typus 2 : 3.

***$Cs_2Hg_3J_8$***.

Krystallsystem: Monosymmetrisch-hemiëdrisch.

$a : b : c = 0,3438 : 1 : 0,3544; \quad \beta = 108^{\circ} 4\frac{1}{2}'$.

Beobachtete Formen: {010}, {001}, {110}, {11$\bar{1}$}. Der Habitus wechselt sehr. Es wurden dreiseitige Tafeln nach der Symmetrieebene beobachtet, welche (110) vorn ganz klein, hinten sehr gross zeigten und an denen am oberen Ende nur (001), am unteren nur (11$\bar{1}$) ausgebildet war. Auch fanden sich Tafeln nach der Basis mit (110) und (010), fast immer war aber die hemiëdrische Ausbildung auffallend.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(110) = | *72° 51′ | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *36 12 | — |
| (110):(11$\bar{1}$) = | *50 26 | — |
| (010):(11$\bar{1}$) = | 74 17 | 74° 14′ |

Spaltbarkeit vollkommen nach der Symmetrieebene, weniger vollkommen nach der Basis. Die Auslöschungsrichtung auf (010) bildet einen Winkel von 23° mit der $c$-Axe im spitzen Winkel $\beta$. Die Ebene der optischen Axen ist die Symmetrieebene; durch (001) tritt unter kleinem Winkel eine Axe aus.

5. Typus 1 : 2.

| | | |
|---|---|---|
| *$CsHg_2Cl_5$* | Monosymmetrisch | $a : b : c = 1,6099 : 1 : 1,3289; \quad \beta = 101^{\circ} 6'$ |
| *$CsHg_2ClBr_4$* | Rhombisch | $a : b : c = 0,586 : 1 :$ ? |
| *$CsHg_2Br_5$* | - | $a : b : c = 0,590 : 1 : 1,15$. |

***$CsHg_2Cl_5$***. Beobachtete Formen: {100}, {010}, {001}, {110}, {011}, {111}, {$\bar{1}$01}, {$\bar{2}$01}, letztere ganz schmal und selten. Tafeln nach der Basis; häufig Zwillinge nach dem Orthopinakoid.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (100):(001) = | *78° 54′ | — |
| (100):(110) = | *57 40 | — |
| (001):(011) = | *52 31 | — |
| (001):(110) = | 84 5 | 84° 5′ |

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(111) = | 31° 12′ | 31° 8′ |
| (100):(111) = | 58 4 | 58 3 |
| (010):(111) = | 47 19 | 47 19 |

Die Ebene der optischen Axen ist senkrecht zur Symmetrieebene, die stumpfe Bisectrix tritt fast senkrecht durch (001) aus.

**$CsHg_2ClBr_4$.** Rhombisch. Formen: {010}, {110}, {011}. Sehr dünne Tafeln nach {010}. Häufig Zwillinge nach dem Prisma.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *60° 44′ | — |
| (010):($\underline{010}$) = | 60 35 | 60° 44′ |

**$CsHg_2Br_5$.** Isomorph mit dem vorigen, von gleichem Habitus; Formen: {010}, {120}, {011}, {014}.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (010):($\underline{010}$) = | *61° 5′ | — |
| (010):(011) = | *41 0 | — |
| (010):(120) = | 40 20 | 40° 17′ |
| (010):(014) = | 73 25 | 73 57 |

6. Typus 1 : 5.

$CsHg_5Cl_{11}$ Monosymmetrisch $a:b:c = 0,7233:1:0,4675$; $\beta = 94°\ 8'\ 20''$
$CsHg_5ClBr_{10}$ - $a:b:c = 0,7111:1:0,4561$; $\beta = 94\ 31$

**$CsHg_5Cl_{11}$.** Formen: {110}, {011}, {$\bar{1}$01}, {101}. (110) vorherrschend, langprismatisch nach der $c$-Axe. (101) fehlt häufig.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *71° 37′ | — |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | *50 0 | — |
| ($\bar{1}\bar{1}$0):($\bar{1}$01) = | *66 8 | — |
| (011):($\bar{1}$01) = | 41 21 | 41° 20½′ |
| (110):(011) = | 72 31 | 72 31½ |
| ($\bar{1}$10):(011) = | 78 49 | 78 48 |
| (011):(101) = | 39 30 | 39 29½ |
| ($\bar{1}$01):(101) = | 65 43 | 65 42 |

**$CsHg_5ClBr_{10}$.** Viel weniger löslich als das Chlorid. Formen: {110}, {011}, {$\bar{1}$01}. Dünne Tafeln nach {$\bar{1}$01}, der Habitus ist sehr verschieden von dem der obigen Verbindung.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *70° 40′ | — |
| (011):(0$\bar{1}$1) = | *48 54 | — |
| (011):($\bar{1}$01) = | *40 58 | — |
| (110):(011) = | 72 40 | 72° 40′ |

Die optische Axenebene ist (010); durch ($\bar{1}$01) tritt die spitze Bisectrix beinahe senkrecht aus. Der optische Axenwinkel ist fast 0° für roth, 15°—20° für blau, die Dispersion also sehr gross.

Ref.: W. Muthmann.

**11. W. F. Hillebrand** (in Washington) und **W. H. Melville** (†): **Ueber den Isomorphismus und die Zusammensetzung von Thorium- und Uransulfat** (Americ. chem. Journ. 1892, 14, 1). — Eine Untersuchung der beiden Sulfate $Th(SO_4)_2.4H_2O$ und $U(SO_4)_2.4H_2O$ zeigte, dass diese beiden Salze isomorph sind; sie krystallisiren zusammen und bilden isomorphe Mischungen in wechselnden Verhältnissen; die Analyse zweier solcher Gemenge ergab:

| | I. | II. |
|---|---|---|
| $UO_2$ | 34,34 | 16,92 |
| $ThO_2$ | 19,84 | 36,07 |
| $SO_3$ | 31,48 | 32,66 |
| $H_2O$ | 14,34 | 14,35 |

Gemessen wurden nur Mischkrystalle, sowie das reine Uransulfat mit folgendem Resultate.

$U(SO_4)_2.4H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 1 : 1,9478 : 2,5755.$

Beobachtete Formen: {001} vorherrschend, {110} und {111} ziemlich gross, {102} und {012} klein, {010} selten. Dicke Tafeln nach der Basis, häufig Zwillinge nach {100} (?).

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(111) = | 70° 57′ | 70° 56′ 30″ |
| (001):(102) = | 52 13 | 52 10 7 |
| (001):(012) = | 33 49 | 33 28 14 |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *51 9 | — |
| (111):(110) = | *19 3½ | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 54 23 | 54 21 |
| (102):(10$\bar{2}$) = | 75 34 | 75 39 46 |

Die Untersuchung der Mischkrystalle ergab, dass dieselben in den Winkeln fast genau mit den Krystallen der reinen Uranverbindung übereinstimmen, obwohl der Habitus wesentlich abweicht. Es herrscht an denselben nämlich {110} und {102} vor, während die übrigen Formen zurücktreten. Die Messung ergab:

Krystallsystem: Rhombisch.

$a : b : c = 1 : 1,9194 : 2,5563.$

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (001):(102) = | 51° 57′ | 51° 55′ 37″ |
| (001):(012) = | 33 25 | 33 39 38 |
| (111):(1$\bar{1}$1) = | *51 46 | — |
| (111):(110) = | *19 8 | — |
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 55 14 | 55 2 24 |
| (102):(10$\bar{2}$) = | 76 6 | 76 4 46 |

Es muss bemerkt werden, dass die Mischkrystalle grosse Differenzen in den correspondirenden Winkeln zeigten, die oft bis zu ± 40′ vom Mittelwerthe abweichen.

Ref.: W. Muthmann.

12. **G. M. Richardson** (in Baltimore): **Krystallographische Untersuchung einiger Zinndoppelhalogenide** (Americ. chem. Journ. 1892, 14, 100). — Die vom Verf. durchgeführte sehr sorgfältige goniometrische Untersuchung erstreckt sich auf die vier Salze $K_2SnCl_4.2H_2O$, $(NH_4)_2SnCl_4.2H_2O$, $K_2SnBr_4.2H_2O$ und $(NH_4)_2SnBr_4.2H_2O$. Diese Körper bilden eine isomorphe Reihe; sie gehören sämmtlich dem rhombischen Systeme an und zeigen dieselben Formen und übereinstimmenden Habitus. Sie sind kurzprismatisch nach {110} ausgebildet, welche Form vorherrscht; ausserdem treten auf {101} gross, {111}, {100} und {010} untergeordnet und selten. Die Messung ergab Folgendes.

1. Dikaliumchlorostannit, $K_2SnCl_4.2H_2O$.

$a : b : c = 0,685231 : 1 : 0,758634.$

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 68° 50′ 24″ | 68° 50′ 25″ |
| (110):($\bar{1}$10) = | *111 9 35 | — |
| (101):($\bar{1}$01) = | *95 49 14 | — |
| (110):(100) = | 34 23 54 | 34 25 12 |
| (110):(010) = | 55 35 22 | 55 34 48 |
| (110):(101) = | 52 15 52 | 52 15 13 |

2. Diammoniumchlorostannit, $(NH_4)_2SnCl_4.2H_2O$.

$a : b : c = 0,678855 : 1 : 0,752244.$

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | 68° 20′ 32″ | 68° 20′ 30″ |
| (110):($\bar{1}$10) = | *111 39 30 | — |
| (101):($\bar{1}$01) = | *95 52 17 | — |
| (110):(010) = | 55 49 53 | 55 49 45 |
| (110):(101) = | 52 5 49 | 52 6 14 |

3. Dikaliumbromostannit, $K_2SnBr_4.2H_2O$.

$a : b : c = 0,682822 : 1 : 0,746746.$

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *68° 39′ 48″ | 68° 39′ 8″ |
| (110):($\bar{1}$10) = | *111 21 32 | 111 20 52 |
| (101):($\bar{1}$01) = | 95 6 55 | 95 7 14 |
| (110):(111) = | *37 3 12 | — |

4. Diammoniumbromostannit, $(NH_4)_2SnBr_4.2H_2O$.

$a : b : c = 0,678063 : 1 : 0,749178.$

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| (110):(1$\bar{1}$0) = | *68° 17′ 16″ | 68° 16′ 46″ |
| (110):($\bar{1}$10) = | *111 43 44 | 111 43 14 |
| (101):($\bar{1}$01) = | *95 42 18 | — |
| (110):(101) = | 52 8 13 | 52 8 45 |

Aus einem Vergleiche der Axenverhältnisse ergiebt sich nichts Bemerkenswerthes; bei Aenderung des Halogens wird die $c$-Axe mehr als die $a$-Axe modificirt; bei Aenderung des Alkalis ist bei den Chloriden die Aenderung fast die

gleiche für beide Axen, bei den Bromiden wird die $c$-Axe beim Uebergange von Kalium- zum Ammoniumsalz grösser, während sie bei den Chloriden kleiner wird.

Ref: W. Muthmann.

**18. Ch. E. Saunders** (in Baltimore): **Krystallform einiger Mangandoppelhalogenide** (Americ. chem. Journ. 1892, **14**, 127—152).

1. Manganchlorür, $MnCl_2.2H_2O$. Dies Hydrat war bis jetzt nicht bekannt; gewöhnlich krystallisirt das Salz mit 4 Mol. Wasser. Das zu beschreibende Hydrat wird aus Chlorlithium- oder Chlormagnesium-haltigen wässerigen oder alkoholischen Lösungen erhalten. Es verliert sein Wasser bei 105°.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,238:1:?;\quad \beta = 138^\circ \text{ ca.}$$

Beobachtete Formen: {110}, {010} und {001}, lange dünne Prismen nach der $c$-Axe.

$$(110):(1\bar{1}0) = 100^\circ 45'.$$

Häufig Durchkreuzungszwillinge nach der Basis.

2. Ammoniummanganchlorid, $(NH_4)_2MnCl_4.2H_2O$.

Krystallsystem: Monosymmetrisch.

$$a:b:c = 1,4913:1:1,4956;\quad \beta = 95^\circ 25'.$$

Beobachtete Formen: {100}, {001}, {111}, {$\bar{1}$11}. Sämmtliche Flächen sind ungefähr gleich gross ausgebildet, weshalb die Krystalle im Aussehen Rhombendodekaëdern ähneln.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(111):(\bar{1}11)$ = | *58° 23½′ | 58° 23′ |
| $(111):(\bar{1}1\bar{1})$ = | *89 43½ | 89 43 |
| $(11\bar{1}):(\bar{1}11)$ = | *84 18 | 84 18 |
| $(100):(111)$ = | *58 30 | 58 30½ |
| $(111):(11\bar{1})$ = | 58 23½ | 58 12 |
| $(100):(11\bar{1})$ = | 62 17 | 63 6½ |
| $(100):(001)$ = | 84 35 | 84 35 |
| $(111):(001)$ = | — | 58 33½ |
| $(\bar{1}11):(001)$ = | — | 63 12½ |

3. Cäsiummanganchlorid, $CsMnCl_3.2H_2O$.

Krystallsystem: Rhombisch.

$$a:b:c = 0,7919:1:1,2482.$$

Beobachtete Formen: {100}, {010} und {001} vorherrschend, ausserdem {110} und {122}. Kurzprismatisch nach der Verticalaxe.

| | Gemessen: | Berechnet: |
|---|---|---|
| $(100):(122)$ = | 63° 46′ | 63° 46′ |
| $(001):(122)$ = | 55 53 | 55 53 |
| $(122):(1\bar{2}2)$ = | 52 28 | 52 28 |
| $(110):(010)$ = | 51 54 | 51 37½ |
| $(100):(110)$ = | 38 6 | 38 22½ |

Spaltbar nach (100).

Ref.: W. Muthmann.

**14. G. H. Williams** (in Baltimore): **Notiz über Krystalle von metallischem Cadmium** (Americ. chem. Journ. 1892, **14**, 273). — Die vom Verf. untersuchten Krystalle waren von Morse und Jones durch Sublimation des Metalles im Vacuum dargestellt worden; es gelang trotz der Kleinheit der Individuen — die messbaren Krystalle waren nur $\frac{1}{8}$ mm gross — brauchbare Winkelwerthe zu erhalten, aus denen hervorgeht, dass Cadmium mit den in dieselbe Gruppe des periodischen Systems gehörigen Elementen Beryllium, Magnesium und Zink isomorph ist, wie dies schon Brögger und Flink vermuthet hatten.

Die Messung ergab:

Krystallsystem: Hexagonal-holoëdrisch.

$$a : c = 1 : 1,6554.$$

Beobachtete Formen: $\{0001\}$, $\{10\bar{1}1\}$ und $\{10\bar{1}0\}$. Häufig sind die Krystalle hemimorph entwickelt, indem die eine Basisfläche grösser als die andere erscheint.

$$(0001):(10\bar{1}1) = 62^0\,23' \quad \text{(Mittel aus drei Messungen)}$$
$$(0001):(01\bar{1}0) = 89\ 50\tfrac{1}{2}$$

Interessant sind die Cohäsionsphänomene der Cadmiumkrystalle. Drückt man nämlich einen unter dem Mikroskope befindlichen Krystall mit einer Nadelspitze leicht zusammen, so bedeckt sich die Pyramidenfläche mit feinen Streifen, welche der Basis parallel laufen und von Gleitflächen herrühren. Eine auf Wunsch des Verfs. von Mügge vorgenommene Untersuchung ergab, dass durch Druck ausserdem noch zwei Systeme von Streifungen entstehen, welche sich unter $85^0$ schneiden, mit der Basiskante einen Winkel von ca. $47\frac{1}{2}^0$ bilden und von Gleitflächen parallel der Pyramide $(10\bar{1}2)$ herrühren. Aehnliche Erscheinungen zeigen bekanntlich Zinkkrystalle.

Ref.: W. Muthmann.

**15. Eug. Blasius** (in Berlin): **Die Geometrie der Lage in ihrer Anwendung auf die Krystallographie** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **45**, 108—158). — Durch die vorliegende Mittheilung soll im Anschluss an eine frühere (diese Zeitschr. **21**, 113) der Nachweis geführt werden, dass man bei der Untersuchung der Netze von den Methoden der neueren Geometrie mit Vortheil Gebrauch machen kann. Indem bezüglich der einzelnen (111) Sätze auf das Original verwiesen werden muss, möge nur Einiges aus der Arbeit herausgegriffen werden.

Das Möbius'sche Netz in der Ebene wird bestimmt durch vier Geraden, von denen keine drei durch einen Punkt gehen. Verbindet man die Schnittpunkte derselben durch neue Geraden, sucht deren Schnitte mit den gegebenen Geraden und unter sich, verbindet auch diese Schnittpunkte wieder und setzt die Operation in's Unbegrenzte fort, so erhält man die sämmtlichen Punkte und Geraden des Netzes. Das Möbius'sche Netz im Raume ist durch fünf Ebenen gegeben und wird ebenso wie das Netz der Ebene durch Schnitte und Verbindungen der Elemente construirt. Ist eine der vier Geraden die unendlich ferne, so wird das ebene Netz ein krystallographisches genannt; ist eine der fünf Ebenen die unendlich ferne, so heisst das räumliche Netz ein krystallographisches.

»Wenn ein Bündel nicht, wie der orthogonale, ausschliesslich Systemstrahlen besitzt, auf denen Systemebenen senkrecht stehen, so sind doch noch viele Möglichkeiten vorhanden, in denen er einzelne oder auch ganze Gruppen normaler Systemstrahlen und Systemebenen enthält. Das trikline System ist das einzige, welches im Allgemeinen keine normalen Elemente hat. Aber auch im triklinen Systeme

kommt nach Ansicht mancher Krystallographen eine Anzahl von Krystallen mit zwei auf einander senkrechten Kanten vor. Es handelt sich um Krystalle, welche man früher in ein besonderes »diklinoëdrisches System« stellte. Nach den Eintheilungsgrundsätzen von Bravais und Anderen bilden die Krystalle dieser Art nicht ein System, ja nicht einmal eine der 32 Abtheilungen. Damit ist aber nicht gesagt, dass sie nicht von der grössten Wichtigkeit, namentlich für die Structurtheorie der Krystalle wären, wenn sie wirklich vorkämen. Theoretisch lässt sich die Frage nach ihrer Existenz nicht entscheiden, und praktisch lässt sich zwar feststellen, dass bestimmte Krystalle nur für bestimmte Temperatur die senkrechten Kanten besitzen, nicht aber, dass es keine Krystalle giebt oder geben kann, welche sie bei allen Temperaturen bewahren.«

»Wenn man den Fall, dass zwei auf einander senkrechte Kanten in einem triklinen Krystalle vorkommen, von der geometrischen Seite auffasst, so steht demselben als gleichberechtigt und reciprok derjenige gegenüber, bei welchen im triklinen Systeme zwei Ebenen auf einander senkrecht stehen. Nur dadurch, dass man vielfach früher auf die Axen das Hauptgewicht legte, ist es zu erklären, dass neben dem diklinoëdrischen Systeme nicht ein solches mit zwei auf einander senkrechten Ebenen angenommen wurde.«

»Im krystallographischen Ebenenbündel kommen neben den bisher allein berücksichtigten Ebenenbüscheln oder Zonen erster Ordnung solche zweiter und höherer Ordnung vor, welche wie die Zonen erster Ordnung unendlich viele krystallographische Elemente enthalten.«

Ref.: J. Beckenkamp.

**16. F. Auerbach** (in Jena): **Ueber Härtemessung, insbesondere an plastischen Körpern** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, 45, 262—276).

Vorliegende Abhandlung hat den Zweck zu untersuchen, wie weit die in dieser Zeitchr. 22, 170 besprochene Methode der Härtebestimmung auch für plastische Körper anwendbar sei. Presst man eine ebene Fläche und eine Kugelfläche aus Steinsalz oder Flussspath in der dort angedeuteten Weise gegen einander, so erhält man nicht, wie bei Glas oder Quarz, einen Sprung, sondern eine bleibende Deformation von stetigem Charakter, nämlich auf der Platte eine Mulde, auf der Linse eine Abplattung. Nach Hertz ist der zur Definition der Härte gehörige kritische Punkt bei plastischen Körpern derjenige, bei welchem die bleibende Deformation beginnt. Da aber schon bei der geringsten Belastung eine bleibende Deformation zu beginnen scheint, so ist diese Definition praktisch nicht zu verwenden. Die Beobachtungen bei Flussspath ergaben, dass die Grösse $q = \frac{p}{d^3}$, wobei $p$ den ausgeübten Druck und $d$ den Durchmesser der Druckfläche bedeuten, nicht wie bei spröden Körpern constant ist, sondern mit wachsendem $p$ ununterbrochen abnimmt. Die Druckfläche wächst also schneller, als nach dem bei spröden Körpern bis hart an die Sprungbildung giltigen Gesetze, weil eben der Krystall schon von der geringsten Belastung an sich ausserhalb des Gebietes der elastischen Vollkommenheit befindet. Die Grösse $p_1$, der Einheitsdruck im Mittelpunkte der Druckfläche, nähert sich mit wachsendem $p$ mehr und mehr einem constanten Werthe, welchen sie schliesslich erreicht. Das Material ändert sich also successive derart dauernd, dass es nie in die Lage kommt, eine grössere, als eine ganz bestimmte Beanspruchung (d. h. Druck auf die Flächeneinheit) aushalten zu müssen. Wenn es also auch beim Flussspath nicht zur Trennung der Theilchen, zur Bildung eines Sprunges kommt, so giebt es doch auch hier eine

kritische Beanspruchung, welche derjenigen entspricht, bei welcher man die Trennung der Theilchen zu erwarten haben würde. Diese Auffassung erhält eine greifbare Bestätigung in der Thatsache, dass, wenn man die Drucksteigerung zu rasch oder stossweise vornimmt, Sprungfragmente auftreten, und dass der Werth $p_1$, bei welchem dies der Fall ist, so ziemlich mit dem obigen Grenzwerthe von $p_1$ übereinstimmt. Die Beobachtung ergiebt demnach, dass die Beanspruchung $p_1$ so lange weiter wächst, bis entweder ein Sprung eintritt (bei spröden Körpern), oder bis sie einen constanten Werth erreicht (bei plastischen Körpern). »Härte ist also diejenige Eindringungsbeanspruchung, bei welcher bei spröden Körpern Trennung der Theile, und an welche bei plastischen Körpern stetige Anpassung stattfindet.«

Die nach dieser Definition gefundene Härte $P_1 = \frac{6}{\pi} \sqrt[3]{Pq^2}$, wobei $P$ den Grenzwerth von $p$ für den eben definirten Moment bezeichnet, war beim Flussspath ebenso abhängig vom Krümmungsradius $\varrho$ der benutzten Kugelfläche wie bei den spröden Körpern, und es musste deshalb auch hier als »wahre Härte« die Grösse $H = P_1 \sqrt[3]{\varrho}$ bezeichnet werden.

Bei verschiedenen Platten und Linsen mit verschiedenem Krümmungsradius wurde für Flussspath (Plattenebene und ebene Grundfläche der Linse $+O(111)$) gefunden $H = 106$; für Steinsalz (Planfläche und ebene Grundfläche der Linse $+\infty O\infty(100)$) $H = 20$.

Der Kalkspath nimmt zwischen den spröden und den plastischen Stoffen eine Mittelstellung ein. Es tritt zwar ein Sprung auf, er bildet sich aber nicht, wie bei Glas und Quarz plötzlich, sondern ganz allmählich, und schliesst sich meist wieder. Die Grundform des Sprunges ist ein Rhombus mit abgerundeten Ecken. Die Zunahme von $p_1$ wird hier mit wachsendem $p$ allmählich schwächer, völlige Constanz tritt aber nicht ein, es erfolgt daher ein Sprung. Bei Beanspruchung senkrecht zur Spaltungsfläche wurde für Kalkspath $H = 96$ gefunden.

Ref. bemerkte früher (diese Zeitschr. **12**, 423): »Im Allgemeinen haben die härteren Körper grösseren Dehnungswiderstand, eine strenge Regel scheint jedoch nicht vorhanden zu sein.« Auch die Beobachtungen des Verfs. bestätigen dies: denn Flussspath und Kalkspath haben einen grösseren Dehnungswiderstand, aber doch eine viel geringere Härte als die Gläser. »Dieses Verhalten wird sofort verständlich, wenn man bedenkt, dass die für die Elasticität massgebende Grösse der Werth von $q$ für kleine Drucke ist, in die Härte dagegen der Werth von $q$ für grosse Drucke eingeht, und dass diese beiden Werthe zwar für spröde Körper einander gleich, für plastische aber sehr verschieden sind.« Also gilt nur für spröde Körper die Regel, dass dem grösseren Dehnungswiderstande auch die grössere Härte entspricht.

Ref.: J. Beckenkamp.

**17. F. Auerbach** (in Jena): **Plasticität und Sprödigkeit** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1892, **45**, 277—291).

Wenn ein Körper einer wachsenden Beanspruchung irgend welcher Art unterworfen wird, so wird er bei einem gewissen Werthe derselben eine bleibende Veränderung von einer bestimmten, sehr kleinen, aber sicher nachweisbaren Grösse erfahren. Dieser Werth der einwirkenden Kraft, auf die Einheit der Angriffsfläche berechnet, ist die elastische Vollkommenheit des Körpers für die betreffende Art der Beanspruchung; er werde mit $V$ bezeichnet. Bei weiterer

Steigerung der Beanspruchung wird der Körper den Zusammenhang seiner Theile an irgend einer Stelle aufgeben, er hat seine Festigkeitsgrenze erreicht; dieser Werth werde mit $F$ bezeichnet. Bei einem absolut spröden Körper, welcher sich also nicht dauernd zu verändern vermag, ohne gleichzeitig Trennungsstellen aufzuweisen, müssen demnach die beiden Werthe gleich sein. Der Plasticitätsmodul $N$ ist der Ueberschuss der Festigkeit über die elastische Vollkommenheit, also $N = F - V$. Als Plasticitätszahl $n$ definirt der Verf. den in Bruchtheilen der Festigkeit ausgedrückten Ueberschuss der Festigkeit über die elastische Vollkommenheit, also $n = \frac{F - V}{F}$. Praktische Plasticität ist die Grösse der Veränderung, welche ein Körper von der Elasticitätsgrenze bis zur Festigkeitsgrenze erfährt.

Die Plasticitätszahl des Flussspathes ist etwa $\frac{1}{3}$.

Von den untersuchten Körpern sind die beiden sprödesten, Quarz und Glas, auch die härtesten; der plastischste, das Steinsalz, auch der weichste; der härtere Flussspath dagegen ist als plastisch, der weichere Kalkspath dagegen als spröde zu bezeichnen. Nach Ansicht des Ref. dürften bei der Ausdehnung dieser Untersuchungen auf Krystalle die Gleit- und Spaltflächen nicht unberücksichtigt bleiben.

Ref.: J. Beckenkamp.

18. **W. Voigt** (in Göttingen): **Ueber die innere Reibung der festen Körper, insbesondere der Krystalle** (Abh. d. k. Ges. d. Wissensch. zu Göttingen 1890, **36**, 47 S.)

**Derselbe: Ueber die innere Reibung der festen Körper, insbesondere der Metalle** (Ebenda 1892 und Wiedem. Ann. 1892, **47**, 671—693).

Unter innerer Reibung wird nur diejenige zwischen den Theilen desselben Körpers wirkende Kraft verstanden, welche ebenso wie die Flüssigkeitsreibung in Folge von Geschwindigkeitsdifferenzen innerhalb desselben Körpers auftritt und also mit verschwindender Geschwindigkeit selbst aufhört. Dabei werden nur die Bewegungserscheinungen innerhalb der Elasticitätsgrenze berücksichtigt, die Erscheinungen der elastischen Nachwirkung dagegen ausgeschlossen. Die Betrachtung wird auf so kleine Geschwindigkeiten beschränkt, dass die Reibungskräfte als lineare Functionen der Deformationsgeschwindigkeiten

$x_x', y_y', z_z', y_z', z_x', x_y'$ gelten können.

Bezeichnet man die Gesammtdrucke durch $(X_x)$ etc., die von der Elasticität herrührenden Antheile durch $X_x$ etc., die der Reibung entsprechenden durch $A_x$ etc., so ist $(X_x) = X_x + A_x$; ferner:

$$-X_x = c_{11}x_x + c_{12}y_y + c_{13}z_z + c_{14}y_z + c_{15}z_x + c_{16}x_y,$$
$$-A_x = a_{11}x_x' + a_{12}y_y' + a_{13}z_z' + a_{14}y_z' + a_{15}z_x' + a_{16}x_y' \text{ etc.}$$

Da die elastischen Kräfte ein Potential besitzen, so gilt für die Elasticitätsconstanten $c_{hk} = c_{kh}$, für die 36 »Constanten der inneren Reibung« $a_{hk}$ dagegen gilt diese Beziehung nicht.

Der Beziehung
$$-(X_x) = c_{11}x_x + c_{12}y_y + \cdots + c_{16}x_y + a_{11}x_x' + a_{12}y_y' + \cdots + a_{16}x_y'$$

entspricht in erster Annäherung:

$$x_x = -(s_{11}(X_x) + s_{12}(Y_y) + \cdots + s_{16}(X_y));$$

in zweiter Annäherung:

$$x_{11} = -(s_{11}(X_x) + s_{12}(Y_y) + \cdots + s_{16}(Y_y)) + n_{11}(X_x') + n_{12}(Y_y') + \cdots + n_{16}(Y_y'),$$

wobei
$$n_{ab} = \sum_h \sum_k a_{hk}\, s_{ha}\, s_{kb}\,.$$

$s_{hk}$ sind die Elasticitätsmoduln, die Constanten $n_{hk}$ werden entsprechend »Reibungsmoduln« genannt. Die $(X_x)$ etc. sind die vorhin definirten Gesammtkräfte, die $(X_x')$ etc. Reibungskräfte.

Nach diesen allgemeinen Annahmen müssen entgegengesetzte Richtungen gleichwerthig sein; es wird also angenommen, dass die vorliegenden physikalischen Erscheinungen immer ein Centrum der Symmetrie zeigen. Je nach der geometrischen Symmetrie müssen die 32 Krystallfamilien in folgende Gruppen gebracht werden:

1) Bei den triklinen Krystallen sind 36 Constanten resp. Moduln der inneren Reibung vorhanden.

2) Bei den monoklinen Krystallen verschwinden die Constanten $a_{5h}$, $a_{h5}$, $a_{6h}$, $a_{h6}$ für $h = 1, 2, 3, 4$, wenn die Symmetrieaxe als $X$-Axe genommen wird; es bleiben also 20 Constanten.

3) Bei den rhombischen verschwinden: $a_{4h}$, $a_{h4}$, $a_{5h}$, $a_{h5}$ für $h = 1, 2, 3, 6$; $a_{5h}$, $a_{h5}$, $a_{6h}$, $a_{h6}$ für $h = 1, 2, 3, 4$; $a_{6h}$, $a_{h6}$, $a_{4h}$, $a_{h4}$ für $h = 1, 2, 3, 5$; es bleiben 12 Constanten.

4b) Bei der pyramidal-hemiëdrischen, hemimorph-tetartoëdrischen und bei der sphenoidisch-tetartoëdrischen Familie des tetragonalen Systems verschwinden $a_{4h}$, $a_{h4}$, $a_{5h}$, $a_{h5}$ für $h = 1, 2, 3, 6$;

ausserdem wird: $a_{11} = a_{22}$, $a_{44} = a_{55}$, $a_{23} = a_{13}$, $a_{32} = a_{31}$, $a_{12} = a_{21}$, $a_{16} = -a_{26}$, $a_{61} = -a_{62}$, $a_{36} = a_{46} = 0$; es bleiben 9 Constanten.

4a) Bei der holoëdrischen, trapezoëdrisch-hemiëdrischen, sphenoidisch-hemiëdrischen und bei der hemimorph-hemiëdrischen Familie kommen zu den unter 3) genannten Beziehungen noch hinzu: $a_{11} = a_{22}$, $a_{12} = a_{21}$, $a_{13} = a_{23}$, $a_{31} = a_{32}$, $a_{44} = a_{55}$; es bleiben 7 Constanten.

5c) Bei der rhomboëdrisch-tetartoëdrischen und bei der ogdoëdrischen Familie des hexagonalen Systems wird:

$$a_{11} = a_{22}\,,\quad a_{12} = a_{21}\,,\quad a_{66} = \frac{a_{11} - a_{12}}{2}\,,\quad a_{16} = a_{26} = a_{61} = a_{62} = 0\,,\quad a_{13} = a_{23}\,,\quad a_{31} = a_{32}\,,\quad a_{36} = a_{63} = 0\,,\quad a_{44} = a_{55}\,,$$
$$a_{45} = -a_{54}\,,\quad a_{34} = a_{35} = a_{43} = a_{53} = 0\,,\quad a_{14} = -a_{24} = a_{65}\,,$$
$$a_{15} = -a_{25} = -a_{64}\,,\quad a_{41} = -a_{42} = a_{56}\,,\quad a_{51} = -a_{52} = -a_{46}\,;$$

es bleiben 11 Constanten.

5b) Bei der rhomboëdrisch-hemiëdrischen, bei der zweiten hemimorph-tetartoëdrischen und bei der trapezoëdrisch-tetartoëdrischen Familie verschwinden ausserdem $a_{5h}$, $a_{h5}$, $a_{6h}$, $a_{h6}$ für $h = 1, 2, 3, 4$; es bleiben 8 Constanten.

5a) Bei der holoëdrischen, hemimorph-hemiëdrischen, ersten hemimorph-tetartoëdrischen, sphenoidisch-hemiëdrischen und bei der sphenoidisch-tetartoëdrischen Familie treten zu den Bedingungen von 5c) noch hinzu:

$a_{4h} = a_{h4} = a_{5h} = a_{h5} = 0$, für $h = 1, 2, 3, 6$; es bleiben 6 Constanten.

6) Bei den regulären Krystallen wird $a_{33} = a_{22} = a_{11}$, $a_{13} = a_{21} = a_{23} = a_{31} = a_{32} = a_{12}$, $a_{66} = a_{55} = a_{44}$, alle anderen Constanten verschwinden; es bleiben also noch 3 Constanten.

7) Bei den isotropen Medien kommt zu den Bedingungen des regulären Systems noch hinzu: $a_{44} = \frac{a_{11} - a_{12}}{2}$; es bleiben 2 Constanten.

Alle bis jetzt bekannten Methoden, welche an die Abnahme der lebendigen Kraft des elastischen Systemes, d. h. an die Arbeit der inneren Reibung anknüpfen, enthalten die Reibungsmoduln immer paarweise in der Verbindung $n_{hk} + n_{kh}$; durch Biegungs- und Drillungsbeobachtungen ist es möglich, diese Aggregate sämmtlich zu bestimmen. Die bisherigen Beobachtungen beziehen sich jedoch nur auf isotrope Medien.

Ref.: J. Beckenkamp.

**19. E. Blasius** (in Berlin): **Ueber Interferenzerscheinungen in zwei planparallelen Platten** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, 45, 316—352). — Falle ein Strahl auf eine planparallele Glasplatte, und werde in den Gang des an dieser Platte wieder reflectirten Antheiles des Strahles eine zweite gleich dicke planparallele Glasplatte unter beliebigem Neigungswinkel gegen die erstere geschoben, so dass der Strahl an dieser zum zweiten Male reflectirt werde. Sind die Gangunterschiede, welche die beiden Platten einzeln verursachen, gleich, so legt der Antheil des Strahles, welcher von der Vorderfläche der ersten Platte und der Hinterfläche der zweiten reflectirt wird, denselben Weg zurück, wie derjenige, welcher an der ersten Platte hinten, an der zweiten Platte vorn reflectirt wird. Der Gangunterschied $\Delta$ der an den beiden Grenzebenen einer und derselben Platten reflectirten Antheile eines Lichtstrahles ist, wenn $e$ sein Einfallswinkel, $d$ die Dicke und $n$ den Brechungsexponent der planparallelen Platte bezeichnet, ist: $\Delta = 2d\sqrt{n^2 - \sin^2 e}$. Der erstere jener beiden doppelt reflectirten Strahlen erleidet also gegen den zweiten eine Wegdifferenz $\Delta' = 2d(\sqrt{n^2 - \sin^2 e_1} - \sqrt{n^2 - \sin^2 e_2})$.

Dagegen ist die Wegdifferenz zwischen dem an den beiden Vorderflächen reflectirten (also gar nicht in die Platten eingedrungenen) und dem an den beiden Rückflächen reflectirten (also in jede der beiden Platten eingedrungenen) Strahlenantheile $\Delta'' = 2d(\sqrt{n^2 - \sin^2 e_1} + \sqrt{n^2 - \sin^2 e_2})$. Die Interferenzerscheinungen des Differenzsystems können bei gewöhnlichem Lichte wie die gewöhnlichen Newton'schen Linien, aber auch an solchen Stellen beobachtet werden, wo wegen zu grosser Dicke die Newton'schen Linien im gewöhnlichen Lichte fehlen. Die Interferenzen des Summensystems dagegen können bei gewöhnlichem Lichte nur soweit sichtbar sein, als es die Interferenzerscheinungen der einzelnen Platten sind. Verläuft der Strahl zwischen den beiden Platten senkrecht auf der Halbirungslinie ihres Flächenwinkels, so wird $e_1 = e_2$, also $\Delta' = 0$; in diesem Falle wird er symmetrischer Strahl genannt. Sind mehrere, verschieden gerichtete Strahlenbündel vorhanden, so treten in der Nähe des symmetrischen Strahles äquidistante Interferenzlinien auf, welche den Schnittgeraden der beiden Plattenebenen parallel laufen. Seien $OS$ dieser symmetrische Strahl, $OL_1$ und $OL_2$ die Plattennormalen, $2\varphi$ der Winkel zwischen den Platten, $\varrho$ der Winkel zwischen einem beliebigen Strahl $OX$ und $OS$, endlich $\delta$ der Winkel zwischen den Ebenen $XOS$ und $L_1OL_2$, so ist die Bedingung dafür, dass die Antheile des Strahles $OX$ den Gangunterschied $\Delta' = 0$ erhalten, d. h. die Bedingung für die Nullcurve

$\sin 2\varrho \sin 2\varphi \cos \delta = 0$; es bezeichnet diese Gleichung eine gerade Linie, welche der Schnittgeraden der beiden Ebenen parallel läuft. Stellt man sich die beiden Glasplatten als Bestandtheile des Nörremberg'schen Polarisationsapparates dar, so behält der in der Richtung des Instrumentes laufende Strahl, der Centralstrahl, auch bei jeder Drehung der oberen Platte denselben Einfallswinkel. Wenn die obere Platte um $180^0$ gegen die Parallelstellung gedreht ist, dann ist der Centralstrahl identisch mit dem symmetrischen Strahle. Sind $d$ die Dicke, $n$ der Brechungsexponent der Platte, $\lambda$ die Wellenlänge des angewendeten Lichtes, $2c$ der Winkel, den die beiden Platten in der symmetrischen Stellung mit einander bilden, $2\chi$ der Drehungswinkel (von der Parallelstellung als Nullstellung aus gerechnet) und $r$ der Winkelabstand des $p$ten Streifens des Differenzsystems vom Mittelstreifen, so ist:

$$\sin r = \frac{(2p-1)\lambda\sqrt{n^2 - \sin^2 c}}{4d \sin 2c \sin \chi}.$$

Die hellen Streifen des Differenzsystems gehen durch die Schnittpunkte je zweier hellen und durch die Schnittpunkte je zweier dunklen Streifen der einzelnen Platten; dagegen gehen die dunklen Streifen durch die Schnitte von hellen Streifen des einen Systems mit dunklen des anderen. Die hellen und dunklen Streifen des Differenzensystems gehen alsdann parallel der einen der beiden Diagonalen des von den dunklen Linien der beiden einzelnen Platten gebildeten Parallelogramms. Die Streifen des Summensystems gehen parallel der anderen Diagonale. Ist $2\chi$ der Neigungswinkel zwischen den Streifen der beiden einzelnen Platten, d. h. gleich dem Winkel zwischen den beiden Einfallsebenen, und sind $b_1$ und $b_2$ die Breiten der den einzelnen Platten zukommenden Streifen, so wird bei kleinem Gesichtsfelde und mittleren Werthen des Einfallswinkels der Abstand der Streifen des Differenzensystems

$$b_d = \frac{b_1 b_2}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2 - 2b_1 b_2 \cos 2\chi}},$$

der der Summenstreifen

$$b_s = \frac{b_1 b_2}{\sqrt{b_1^2 + b_2^2 + 2b_1 b_2 \cos 2\chi}}.$$

Der Winkelabstand $b$ der Interferenzlinien einer einzelnen Platte, d. h. derjenige kleine Bogen $b$, welcher einer Differenz $d\Delta = \lambda$ des Gangunterschiedes entspricht, ist $b = -\frac{\sqrt{n^2 - \sin^2 c}}{d \cdot \sin 2c}\lambda$, wenn $n$ den Brechungsexponent, $d$ die Dicke der Platte und $c$ den Einfallswinkel bedeuten. Hiernach sind die in der Nähe der Nullcurve verlaufenden Streifen des Differenzensystems äquidistant, ihre Abstände proportional der Wellenlänge und umgekehrt proportional der Plattendicke.

Verf. untersucht ferner die Interferenzerscheinungen für den Fall, dass die planparallelen Platten von ungleicher Dicke sind, und dass zwei planparallele Platten von gleicher Dicke einander nahezu parallel sind.

Brewster, welcher diese Erscheinungen zuerst an zwei Glasplatten beobachtet, und nach welchem die beschriebenen Interferenzlinien als Brewster'sche Linien bezeichnet werden, konnte an Topas und Gypsplatten dieselben nicht beobachten. Dagegen eignen sich Glimmerplatten besser hierzu, weil sie sich leichter ganz dünn spalten lassen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**20. E. Schmidt** (in Berlin): **Ueber die Interferenzstreifen in zwei gleich dicken Platten** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **46**, 1—28). — Verf. bestätigt die vorhin erwähnten, von Blasius theoretisch abgeleiteten Formeln durch eine Reihe von Beobachtungen. Die Interferenzstreifen des Summensystems konnten nur bei wenigen Platten deutlich erhalten werden.

Ref.: J. Beckenkamp.

**21. P. Drude und W. Nernst** (in Göttingen): **Ueber die Fluorescenzwirkungen stehender Lichtwellen** (Ebenda **45**, 460—474). — Nach einem, den bekannten Wiener'schen Versuchen (vergl. diese Zeitschr. **21**, 128) entsprechenden Verfahren untersuchten die Verf. die Fluorescenzwirkung stehender Lichtwellen auf einem dünnen Häutchen des Natronsalzes des Fluoresceïns. Als Lichtquelle diente das elektrische Bogenlicht. Vorversuche ergaben, dass das Maximum der Fluorescenzwirkung in zwei breiteren violetten Banden lag, welche ziemlich nahe an der Stelle, wo die $H$-Linien des Sonnenspectrums auftreten, sich befinden und zwar von diesen aus nach dem brechbareren Ende. Der übrige Theil des Spectrums wurde daher abgeblendet. Aus der Beobachtung folgt, dass die Maxima der Fluorescenzwirkungen stehender Lichtwellen mit den Maximis ihrer photographischen Wirkung zusammenfallen. Da Wiener annimmt, dass letztere in den Schwingungsbäuchen liegen, so müsste dies also auch für erstere der Fall sein. Drude ist jedoch der Ansicht, dass die Wiener'sche Annahme nicht erwiesen sei (vergl. diese Zeitschr. **21**, 129).

Ref.: J. Beckenkamp.

**22. C. Pulfrich** (in Jena): **Ueber den Einfluss der Temperatur auf die Lichtbrechung des Glases** (Ebenda, 609—665).

Während bei den flüssigen, gasförmigen und auch bei den meisten festen Körpern mit erhöhter Temperatur, der Abnahme der Dichtigkeit entsprechend, auch das Brechungsvermögen abnimmt, wachsen bei der Mehrzahl der Glassorten und bei einigen Krystallen die Brechungsindices mit steigender Temperatur. Mit Hülfe eines Abbe'schen Spectrometers untersucht der Verf. die Temperaturvariationen für eine grössere Anzahl von Gläsern und für einige durchsichtige Mineralien, Steinsalz, Sylvin, Quarz ord. und ausserord. Strahl, Kalkspath ord. und ausserord. Strahl, und findet, dass für alle das Dispersionsvermögen mit steigender Temperatur zunimmt, denn da, wo das Brechungsvermögen mit der Temperatur zunimmt, sind die Temperaturvariationen im Blau grösser als im Roth, und in Fällen, wo die Brechungsindices mit der Temperatur abnehmen, ist die Abnahme im Blau kleiner als im Roth, d. h. in allen Fällen wird das Spectrum gedehnt. Während die Dispersionszunahme mit wachsender Temperatur sämmtlichen durchsichtigen festen Körpern eigen zu sein scheint, zeigen Flüssigkeiten und Gase das entgegengesetzte Verhalten, die Dispersion nimmt ab und bleibt nur in wenigen Fällen constant. »Zur Erklärung für das Verhalten der Brechungsindices durchsichtiger fester Körper unter dem Einflusse der Temperatur ist die Annahme einer neben der Volumänderung herlaufenden Vergrösserung des Absorptionsvermögens im blauen und ultrablauen Theile des Spectrums nicht nur nothwendig, sondern auch vollständig ausreichend. Die beiden Ursachen sind in ihren Wirkungen einander entgegengesetzt, die Abnahme der Dichte vermindert den Index, die sich steigernde Absorption im Blau erhöht denselben wieder; je nachdem nun die eine oder andere der beiden Wirkungen überwiegt, haben wir es mit einer Abnahme

oder mit einer Zunahme des Brechungsindex zu thun; wenn die beiden Wirkungen sich gerade ausgleichen, bleibt der Brechungsindex anscheinend ganz befreit von dem Einflusse der Temperatur.«... »Es ist sogar nicht unwahrscheinlich, dass der ganze molekulare Vorgang, dem die Dispersion ihren Ursprung verdankt, auf einer einfachen Absorptionswirkung kurzwelliger Strahlen beruht.« Bei den sogenannten durchsichtigen Körpern bewirken ultrarothe Absorptionen eine Senkung der Refractionscurve, die ultrablauen eine Hebung derselben. Als Refractionscurve wird diejenige Curve bezeichnet, deren Abscissen die reciproken Werthe der Quadrate der Wellenlängen und deren Ordinaten die Brechungsindices bedeuten. Nach Sellmeyer soll die Veränderung der Neigungstangente dieser Curve gegen die Abscissenaxe von einem Spectralbezirke zum anderen ein Prüfstein sein für das Vorhandensein von Absorptionen, die sich sonst der Beobachtung entziehen. Die Beobachtung ergiebt, dass in allen Fällen vom rothen zum blauen Ende des Spectrums hin zuerst eine Abnahme der Neigungstangente bis zu einem Minimum eintritt und von da ab wieder eine Zunahme; auch bei farblosen Flüssigkeiten zeigt die Curve denselben Verlauf. Es müssen also bei allen durchsichtigen festen Körpern sowohl ultrarothe, als auch ultrablaue Absorptionen vorhanden sein; für die Mehrzahl scheint der durchsichtige Theil des Spectrums mehr unter dem Einflusse der blauen als der rothen Absorptionen zu stehen, da fast überall der Wendepunkt der Refractionscurve, das Minimum der Neigungstangente im rothen Theile des Spectrums liegt. Die bei der Mehrzahl der durchsichtigen festen Körper beobachtete Dispersionssteigerung bei höherer Temperatur ist nach Ansicht des Verfs. für die Mehrzahl der Flintgläser mit Sicherheit, bei den übrigen durchsichtigen festen Körpern mit grosser Wahrscheinlichkeit als eine directe Folgerung einer durch den Einfluss der Temperatur gesteigerten Absorptionswirkung im Ultrablau zu erkennen.

Ref.: J. Beckenkamp.

**28. D. Shea** (in Berlin): **Zur Brechung und Dispersion des Lichtes durch Metallprismen** (Wiedemann's Ann. d. Phys. 1892, **47**, 177—202). — Die von Helmholtz aufgestellte Theorie der Brechung und Dispersion ist auf folgende Annahmen begründet:

1) Ponderabler, in den Aether eingelagerter und des Mitschwingens fähiger Atome, die so dicht beisammen liegen, dass sie wie ein continuirliches Medium wirken; 2) einer Kraft, die zwischen den ponderablen Atomen und denen des Aethers wirksam ist; 3) einer Kraft zwischen den festliegenden und den bewegten Körpertheilchen, welche letztere in ihre Gleichgewichtslage zurücktreibt; 4) einer Reibung der ponderablen Atome, welche einen Theil der von dem Aether herrührenden Energie verbraucht. Diese Hypothese verlangt eine Abhängigkeit des Brechungsverhältnisses $\frac{\sin i}{\sin r}$ vom Einfallswinkel, sobald die Absorption eine erhebliche ist. Verf. untersucht daraufhin Prismen von Gold, Silber, Platin und Nickel, welche nach den Angaben von Kundt hergestellt waren (vergl. diese Zeitschr. **18**, 434), und zwar die von Gold, Silber, Nickel und Kupfer durch elektrolytische Zersetzung cyanhaltiger Lösungen, die Platinprismen durch Zerstäubung eines Platinbleches. Ist $n'$ das für absorbirende Körper variable Brechungsverhältniss $\frac{\sin i}{\sin r}$, wo $i$ den Einfallswinkel, unter welchem das Licht in das absorbirende Medium eintritt, und $r$ den entsprechenden Winkel im Medium be-

leutet, sei $n_0$ der Werth von $n'$ für normale Incidenz, so wird $n_0$ als Brechungs-ndex bezeichnet. Falls Licht von der anfänglichen Intensität $I_0$ in einer absorbirenden Substanz eine Strecke $x$ durchläuft, so beträgt die Intensität nur noch $I_x = I_0 e^{-\varrho x} = I_0 e^{\frac{-4\pi g}{\lambda} x}$, wobei $\varrho$ der Bruchtheil der Intensität ist, welcher pro Längeneinheit absorbirt wird, dagegen $g$ der auf der Strecke $\frac{\lambda}{4\pi}$, wo $\lambda$ die Wellenlänge im Vacuum, absorbirte Bruchtheil; $g$ heisst der Extinctionsindex. In der Voigt'schen Theorie wird $g$ mit $n_0 \varkappa$ bezeichnet, wo $n_0$ der Brechungsindex, $\varkappa$ als Absorptionsindex bezeichnet wird. Ist $\beta$ der Prismenwinkel, und $\alpha$ die durch das Prisma bewirkte Ablenkung, dann folgt sowohl aus der Helmholtz'schen, als auch aus jeder Theorie, welche überhaupt auf die Absorption Rücksicht nimmt,

$$n'^2 = \tfrac{1}{2}\left\{n_0^2 - g^2 + \sin^2 i + \sqrt{4 n_0 g^2 + n_0^2 - g^2 - \sin^2 i)^2}\right\}.$$

Sind, wie im vorliegenden Falle, $\alpha$ und $\beta$ sehr klein, so kann angenähert gesetzt werden:

$$\alpha = \beta\left\{\frac{1}{\cos i}\sqrt{\left\{\tfrac{1}{2}\left[n_0^2 - g^2 - \sin^2 i + \sqrt{4 n_0^2 g^2 + (n_0^2 - g^2 - \sin^2 i)^2}\right]\right\} - 1}\right\},$$

wobei $\alpha$ etwas zu gross wird, oder

$$\alpha = \beta\left\{\frac{n_0}{\cos i}\left(1 - \frac{\sin^2 i}{2 n_0^2\left(1 + \frac{g^2}{n_0^2}\right)}\right) - 1\right\},$$

wobei $\alpha$ etwas zu klein wird; endlich kann für grosses $g$ und kleines $n_0$ in erster Annäherung auch gesetzt werden:

$$\alpha = \beta\left\{\frac{n_0}{\cos i} - 1\right\}.$$

$n_0$ kann gefunden werden mit Hülfe von

$$n_0 = Q\sqrt{1 + \frac{\sin^2 i}{Q^2 + g^2}}, \quad \text{wenn } Q = \frac{\sin(\alpha + \beta - i) + \cos\beta \sin i}{\sin\beta}.$$

Die Grösse $g$ ist früher von Wernicke*) und Rathenau**) direct gemessen worden; ferner hat Rubens***) sie aus Bestimmungen des Reflexionsvermögens und Drude†) aus Messungen der Reflexionsparameter berechnet.

Die Beobachtungen des Verfs. ergaben volle Uebereinstimmung der beobachteten Werthe $\alpha$ mit den nach obigen Gleichungen berechneten; letztere können bis $i = 70^0$ als gültig betrachtet werden. $\beta$ betrug bei den benutzten Prismen etwa 25''.

Nachstehende Tabelle lässt den Verlauf von $n'$ für die untersuchten Metalle erkennen.

---

*) Wernicke, Pogg. Ann. 1878, Erg.-Bd. 8, 75.
**) Rathenau, Inaug.-Diss. Berlin 1889.
***) Rubens, Wiedem. Ann. 1889, 37, 267.
†) Drude, Wiedem. Ann. 1890, 39, 481.

| Incidenz | 0⁰ | 10⁰ | 20⁰ | 30⁰ | 40⁰ | 50⁰ | 55⁰ | 60⁰ | 65⁰ | 70⁰ | 80⁰ | 90 |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | $n_0$ | $n'$ bei $\lambda = 64.10^{-6}$ cm | | | | | | | | | | |
| Gold $g = 2,16$ (Rathenau) | 0,26 | 0,34 | 0,43 | 0,56 | 0,69 | 0,80 | — | 0,90 | — | 0,97 | 1,04 | 1,0[illegible] |
| Silber $g = 1,79$ (Rathenau) | 0,35 | 0,39 | 0,48 | 0,60 | 0,72 | 0,83 | — | 0,92 | — | 0,99 | 1,03 | 1,0[illegible] |
| Kupfer $g = 2,61$ (Rubens) | 0,48 | — | 0,59 | 0,69 | 0,80 | 0,90 | — | 0,98 | — | 1,05 | 1,09 | 1,1[illegible] |
| Platin $g = 2,03$ (Rathenau) | 1,99 | — | — | 2,05 | 2,08 | 2,11 | 2,13 | 2,14 | 2,15 | 2,16 | 2,18 | 2,1[illegible] |
| Nickel $g = 2,06$ (Rathenau) | 2,01 | — | — | 2,06 | 2,09 | 2,12 | 2,14 | 2,15 | 2,16 | 2,18 | 2,19 | 2,2[illegible] |
| Eisen $g = 1,78$ (Rathenau) | 3,03 | — | — | 3,07 | 3,09 | 3,10 | 3,11 | 3,12 | 3,13 | 3,14 | 3,15 | 3,1[illegible] |
| Kobalt $g = 1,19$ (Drude) | 3,16 | — | — | 3,19 | 3,21 | 3,22 | 3,23 | 3,25 | 3,26 | 3,27 | 3,28 | 3,2[illegible] |

Die Dispersion der betreffenden Metalle lässt sich aus folgender Tabelle übersehen:

| | $Li_a$ | $D$ | $F$ | $G$ |
|---|---|---|---|---|
| | | $n_0$ | | |
| Gold | 0,29 | 0,66 | 0,82 | 0,93 |
| Silber | 0,25 | 0,27 | 0,20 | 0,27 |
| Kupfer | 0,35 | 0,60 | 1,12 | 1,13 |
| Platin | 2,02 | 1,76 | 1,63 | 1,41 |

Du Bois und Rubens*) fanden den Brechungsindex $n_0$ für

| | | | | |
|---|---|---|---|---|
| Eisen | 3,12 | 2,72 | 2,43 | 2,05 |
| Nickel | 2,04 | 1,84 | 1,71 | 1,54 |
| Kobalt | 3,22 | 2,76 | 2,39 | 2,10 |

Ref.: J. Beckenkamp.

**24. H. E. J. G. du Bois** und **H. Rubens** (in Berlin): **Ueber ein Brechungsgesetz für den Eintritt des Lichtes in absorbirende Medien** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **47**, 203—207). — Für den Uebergang aus durchsichtigen in absorbirende Medien folgt aus den Untersuchungen der vorhergehenden Mittheilung das Brechungsgesetz:

$$i_m = \text{arc cotg} \sqrt{L + \sqrt{L^2 + g^2 n_0^2 \operatorname{cosec}^4 i}}\,,$$

worin $i_m$ und $i$ die Neigungen der Wellenfronten (Ebenen gleicher Phase) zur Grenzebene im Metall bezüglich in Luft sind. $L = \frac{1}{2}\{(n_0^2 - g^2) \operatorname{cosec}^2 i - 1\}$. $g$ den Extinctionsindex und $n_0$ den Brechungsindex bei senkrechter Incidenz bedeuten. Lässt man den Extinctionsindex unbegrenzt abnehmen, so geht die Gleichung über in

$$i_m = \text{arc cosec}\,(n_0 \operatorname{cosec} i)\,,$$

*) Wiedem. Ann. 1890, **41**, 507.

lie ursprüngliche Gestalt, welche Snellius seinem Gesetze gab. Für Metalle, ler Brechungsindex kleiner als Eins ist, giebt es nach dieser Formel zwei Incilenzen, bei denen das Licht ungebrochen eintritt, erstens die senkrechte, zweiens die durch die Gleichung

$$i = \text{arc sin} \sqrt{1 + \frac{g^2 n_0^2}{2M}} \text{ bestimmte, wenn } M = \tfrac{1}{2}(n_0^2 - g^2 - 1)\,.$$

Ref.: J. Beckenkamp.

**25. H. E. J. G. du Bois** (in Berlin): **Reflexion und Transmission des Lichtes durch gewisse äolotrope Gebilde** (Habilitationsschrift. Wiedem. Ann. der Phys. 1892, **46**, 542—571). — Unter einem äolotropen Gebilde versteht der Verf. ein im Grossen und Ganzen ebenes Gebilde, in dem sich eine optisch bevorzugte Richtung angeben lässt. Diese kann sowohl durch das grobe makroskopische als durch das mikroskopische molekulare Gefüge gegeben sein. Die $X$-Axe sei in die Vorzugsrichtung gelegt. Die durch Transmission oder Reflexion verursachte Schwächung der Lichtintensität sei für die $x$-Polarisationscomponente das $n^2$-fache derjenigen für die $y$-Componente. Letztere erleide überdies eine Phasenverzögerung $\Xi$ gegen erstere (in Bruchtheilen einer Periode ausgedrückt); das senkrecht auffallende Licht sei unter dem Incidenzazimuth $v$ (zur $x$-Axe) geradlinig polarisirt.

Den Polarisationszustand des senkrecht durchgehenden, bezüglich senkrecht reflectirten Lichtes bestimmt die Ellipse:

$$\mathfrak{n}^2 x^2 \operatorname{tg}^2 v - 2\mathfrak{n}\mathfrak{q}\, x y \operatorname{tg} v + y^2 - C = 0\,,$$

worin $C$ ein constantes Glied bedeutet, und $\mathfrak{q} = \cos 2\pi\Xi$ gesetzt ist. Die grosse Axe jener Ellipse ist um den Winkel $v'$ zur $x$-Axe geneigt, wo $v' = \frac{1}{2} \operatorname{arctg} \frac{2\mathfrak{n}\mathfrak{q} \operatorname{tg} v}{1 - \mathfrak{n}^2 \operatorname{tg}^2 v}$.

Im Falle geringer Wirkungen wird $\varepsilon = v' - v$ bestimmt durch

$$\varepsilon = \frac{\mathfrak{m}}{2} \sin 2v - \frac{\mathfrak{p}}{4} \sin 4v\,,$$

wenn $1 + \mathfrak{m} = \mathfrak{n}$, $\mathfrak{q} = 1 - \mathfrak{p}$ gesetzt wird. Das erste Glied von $\varepsilon$ verschwindet für $v = 0^\circ, 90^\circ, 180^\circ, 270^\circ$; das zweite für $v = 0^\circ, 45^\circ, 90^\circ, 135^\circ, 180^\circ, 225^\circ, 270^\circ, 315^\circ$. Durch Messung von $\varepsilon$ kann man also $\mathfrak{m}$ und $\mathfrak{p}$ bestimmen, und dann folgen das »Schwächungsverhältniss« $\mathfrak{n}^2$ aus $\mathfrak{n}^2 = 1 + 2\mathfrak{m}$, und die Phasenverzögerung $\Xi$ aus $\Xi = \pm \frac{1}{2\pi} \text{arc sin } \mathfrak{p}$.

Die Drehung $\varepsilon$ wurde mit Hülfe eines besonders construirten Apparates beobachtet. Als Gebilde, an denen eine bevorzugte Richtung schon durch den groben äusseren Bau ohne Weiteres gegeben ist, dienten blanke Silberdrahtgitter, deren Zwischenräume gleich der Drahtdicke waren. Zur Verwendung kamen Gitter mit den Drahtdicken $d = 4700\ \mu$ cm ($1\ \mu$ cm $= 10^{-6}$ cm) und $d = 18\,000\ \mu$ cm. Die Werthe von $\varepsilon$ wurden immer angenähert proportional mit $\sin 2v$ beobachtet, daher kann $\mathfrak{p}$ als verschwindend angenommen werden. Aus den Beobachtungen wurde berechnet $\mathfrak{n}^2 = 1{,}114$. Durch ein blankes Silberdrahtgitter wird somit senkrecht zur Drahtrichtung polarisirtes Licht in grösserer Intensität durchgelassen als parallel dazu polarisirtes. Für eine bestimmte Wellenlänge ist $\mathfrak{m}$ umgekehrt proportional der Oeffnungsbreite des Gitters.

Weiter dienten als Versuchsobjecte lose auf Glas abgesetzte Platinschichten von 15 $\mu$ cm Dicke, auf welchen mit der Theilmaschine Striche bis herunter zu einer Breite von 600 $\mu$ cm (10 $\lambda_D$) eingerissen waren. Die Beobachtung ergab Wenn die Spaltbreite von 2500 bis 600 $\mu$ cm abnimmt, wächst der Werth von $n^2$ für senkrecht durchgehendes Licht von 1,002 bis 1,01 in dem Sinne, dass das Licht vorwiegend senkrecht zur Spaltrichtung polarisirt wird. Bei Glasgittern dagegen wird die der Strichrichtung parallele Polarisationscomponente mit grösserer Intensität durchgelassen.

Nach dem heutigen Stande der elektromagnetischen Lichttheorie hätte man erwarten sollen, dass der Polarisationssinn der Drahtgitter parallel der Drahtrichtung sei; doch war bei den grossen Gittern von Hertz das Intervall von Draht zu Draht etwa $\frac{1}{30}\lambda$ der von Letzterem angewandten elektrischen Wellen, dagegen bei den vorliegenden Versuchen des Verfs. 20 bis 100 $\lambda$ der zur Verwendung kommenden Lichtwellen.

Beobachtungen über anomale Doppelbrechung sind bisher an absorbirenden Krystallen nicht angestellt worden. Schleift man an einem solchen einen Planspiegel an und analysirt das von ihm reflectirte Licht, so muss man bei einem ein- oder zweiaxigen Krystalle im Allgemeinen einen Einfluss auf Azimuth und Elliptícität erhalten, wird aber bei regulären Krystallen nichts derartiges erwarten (vgl. diese Zeitschr. **15**, 315 und **18**, 644). Das Verhalten des Pyrits zeigt trotzdem einen solchen Einfluss. Verf. fand, dass von einer künstlichen Hexaëderfläche rothes Licht mit um 1,6 % grösserer Intensität reflectirt wird, wenn es parallel zur ursprünglich vorhandenen natürlichen Riefungsrichtung polarisirt ist. Künstliche Hexaëderflächen zeigten sämmtlich die Erscheinung in qualitativ gleicher Weise, dagegen erwiesen sie quantitativ erhebliche Verschiedenheiten auf, indem die Werthe $n^2$ für rothes Licht zwischen 0,96 und 0,99 schwankten. Die Drehung $\varepsilon$ wird von Roth nach Blau zu geringer. Auch beim Glanzkobalt wurde die Erscheinung beobachtet. Von den Pentagondodekaëdern wurde in allen Fällen das parallel zur Grundkante polarisirte Licht intensiver reflectirt, mochte die natürliche Streifung parallel oder senkrecht zu dieser Richtung stehen. Von einer künstlichen Rhombendodekaëderfläche wurde das senkrecht zu den hexaëdrischen Kanten polarisirte Licht um 10° stärker reflectirt.

Da die Erscheinung nach weiteren Versuchen des Verfs. nicht erst durch das Schleifen veranlasst sein kann, so hält derselbe sie für die Folge eines anomalen Pleochroismus durch Reflexion, und dieser ist ohne gleichzeitige anomale Doppelbrechung nicht denkbar. Da Verf. ferner beobachtet, dass die Wirkung eines Zwanges in der Ebene eines Metallspiegels auf das reflectirte Licht unmerklich ist, so erscheint ihm die Erklärung des am Pyrit beobachteten Pleochroismus »durch innere Spannungen, wenn auch nicht ganz zu unterwerfen, so doch wenig wahrscheinlich«. »Ob andererseits die Annahme einer Pseudosymmetrie des Pyrits nach Mallard die Anomalien zu erklären im Stande wäre« muss er »dahingestellt lassen«. »Die Discussion zwischen den beiden Anschauungsweisen, der Mallard'schen (Pseudosymmetrie) einerseits, der gegnerischen (innere Spannungen) andererseits kann kaum als abgeschlossen gelten.«

Ref.: J. Beckenkamp.

**26. H. Rubens** (in Berlin): **Zur Dispersion ultrarother Strahlen** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **45**, 238—261). — Die Strahlen eines Linnemann'schen Zirkonbrenners werden durch eine Linse parallel gemacht und dann unter 45° an zwei auf einander gepressten ebenen Glasplatten reflectirt, zwischen welchen

sich eine planparallele Luftschicht von geringer Dicke befand. Durch eine zweite Linse werden die Strahlen wieder so vereinigt, dass die zu beiden Seiten der Luftschicht reflectirten Strahlen in der Spaltebene eines Spectrometers dicht neben einander fallen. Im Beobachtungsrohre des Spectrometers erscheint dann das Spectrum von verticalen Interferenzstreifen durchzogen, welche von dem Gangunterschiede der beiden an den Grenzflächen der dünnen Luftschicht reflectirten Strahlenbüschel herrühren, und zwar erscheinen die Strahlen aller Wellenlängen $\lambda$ ausgelöscht, für welche die Beziehung besteht:

$$m \cdot \lambda_m = 2d \cos \alpha = K$$
$$(m + 1) \cdot \lambda_{m+1} = 2d \cos \alpha = K$$
etc.,

worin $d$ die Dicke der Luftschicht, $\alpha$ den Einfallswinkel, hier also $45^0$, und $m$ eine bestimmte ganze Zahl bedeuten. Die Wellenlängen der dunkeln Stellen im sichtbaren Theile des Spectrums kann man ermitteln etwa mit Hülfe der drei sichtbaren Wasserstoff- und der Natriumlinie, und man erhält dann ein System von Gleichungen mit den beiden Unbekannten $m$ und $K$. Hat man die Constante $K$ und die Ordnungszahl $m$ etwa für den letzten Streifen im Roth an der Grenze des sichtbaren Spectrums nach dieser Methode berechnet, so ist die Wellenlänge des Streifens im Ultraroth gegeben durch $\lambda_{m-1} = K(m - 1)$, die des zweiten durch $\lambda_{m-2} = K(m - 2)$ etc. Wird darauf das Fadenkreuz des Beobachtungsfernrohres durch den temperaturempfindlichen Widerstand eines Linearbolometers ersetzt, so gelingt es aus den Ablenkungen des Galvanometers die Lage dieser Interferenzstreifen, d. h. der Wärmeminima, auch im Ultraroth genau zu bestimmen und somit die Brechungsexponenten der nach Vorigem berechneten Wellen zu ermitteln. Verf. bestimmt so dieselben für verschiedene Gläser, Wasser, Schwefelkohlenstoff, Benzol, Xylol, Quarz (ordinärer Strahl), Steinsalz und Flussspath. Für den ordinären Strahl beim Quarz wurden folgende zusammengehörige Werthe $\lambda$ und $n$ gefunden:

| $\lambda$ | $n$ | $\lambda$ | $n$ | $\lambda$ | $n$ |
|---|---|---|---|---|---|
| 0,434 $\mu$ ($H_\gamma$) | 1,5538 | 0,904 $\mu$ | 1,5364 | 1,468 $\mu$ | 1,5287 |
| 0,485 - ($F$) | 1,5499 | 0,979 - | 1,5353 | 1,679 - | 1,5257 |
| 0,590 - ($D$) | 1,5442 | 1,067 - | 1,5342 | 1,957 - | 1,5216 |
| 0,656 - ($C$) | 1,5419 | 1,174 - | 1,5325 | 2,348 - | 1,5160 |
| 0,839 - | 1,5376 | 1,305 - | 1,5310 | | |

Die Cauchy'sche Dispersionsformel $n = A + \frac{B}{\lambda^2}$ ist für Schwefelkohlenstoff, Xylol und Benzol nahezu vollkommen den Beobachtungen des Verfs. entsprechend; bei den anderen Stoffen durchaus nicht. Es ist nun von Wichtigkeit, dass gerade für die erstgenannten drei Stoffe die Extrapolation bis $\lambda = \infty$, von den Werthen des sichtbaren Spectrums ausgehend, zu Werthen der Brechungsexponenten führt, welche der Maxwell'schen Beziehung genügen, dass das Quadrat der Brechungsexponenten für unendlich grosse Wellen der Diëlectricitätsconstanten gleich sein soll.

Ref.: J. Beckenkamp.

**27. H. Rubens** und **B. W. Snow** (in Berlin): **Ueber die Brechung der Strahlen von grosser Wellenlänge in Steinsalz, Sylvin und Fluorit** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **46**, 529—541). — Bei der grossen Mehrzahl der von

Rubens untersuchten Körper (siehe voriges Referat) ist die Grenze des Untersuchungsgebietes für Strahlen im Ultraroth durch die mit wachsender Wellenlänge rasch zunehmende Absorption gegeben. Nur beim Steinsalz und Flussspath wird die Grenze durch die unzureichende Empfindlichkeit des benutzten Apparates gegenüber der geringen Energie der betreffenden Zahlen der Wärmequelle bestimmt. Zur weiteren Ausdehnung dieser Grenze wurden von den Verff. zwei planparallele Platten von beträchtlich grösseren Dimensionen als früher, die eine von Crownglas, die andere von Flussspath benutzt und durch Einschaltung eines Diaphragmas bewirkt, dass die Interferenzstreifen im Spectrum bedeutend schärfer wurden. Ferner wurde ein empfindlicheres Galvanometer benutzt. Es wurden nachstehende zusammengehörige Werthe ermittelt:

| Steinsalz | | Sylvin | | Flussspath | |
|---|---|---|---|---|---|
| $\lambda$ | $n$ | $\lambda$ | $n$ | $\lambda$ | $n$ |
| 0,434 $\mu$ ($H_\gamma$) | 1,5607 | 0,434 $\mu$ | 1,5048 | 0,434 $\mu$ | 1,4398 |
| 0,485 - ($F$) | 1,5531 | 0,486 - | 1,4981 | 0,485 - | 1,4372 |
| 0,589 - ($D$) | 1,5441 | 0,589 - | 1,4900 | 0,589 - | 1,4340 |
| 0,656 - ($C$) | 1,5404 | 0,656 - | 1,4868 | 0,656 - | 1,4325 |
| 0,755 - | 1,5370 | 0,802 - | 1,4829 | 0,807 - | 1,4307 |
| 0,790 - | 1,5358 | 0,845 - | 1,4819 | 0,850 - | 1,4303 |
| 0,831 - | 1,5347 | 0,893 - | 1,4809 | 0,896 - | 1,4299 |
| 0,876 - | 1,5337 | 0,944 - | 1,4802 | 0,950 - | 1,4294 |
| 0,923 - | 1,5329 | 1,003 - | 1,4795 | 1,009 - | 1,4290 |
| 0,978 - | 1,5321 | 1,070 - | 1,4789 | 1,076 - | 1,4286 |
| 1,035 - | 1,5313 | 1,145 - | 1,4782 | 1,152 - | 1,4281 |
| 1,107 - | 1,5305 | 1,234 - | 1,4776 | 1,240 - | 1,4277 |
| 1,186 - | 1,5299 | 1,337 - | 1,4771 | 1,345 - | 1,4272 |
| 1,277 - | 1,5293 | 1,458 - | 1,4766 | 1,466 - | 1,4267 |
| 1,384 - | 1,5286 | 1,603 - | 1,4761 | 1,613 - | 1,4260 |
| 1,511 - | 1,5280 | 1,781 - | 1,4755 | 1,792 - | 1,4250 |
| 1,660 - | 1,5275 | 2,005 - | 1,4749 | 2,019 - | 1,4240 |
| 1,845 - | 1,5270 | 2,291 - | 1,4742 | 2,303 - | 1,4224 |
| 2,076 - | 1,5264 | 2,673 - | 1,4732 | 2,689 - | 1,4205 |
| 2,372 - | 1,5257 | 3,209 - | 1,4722 | 3,225 - | 1,4174 |
| 2,771 - | 1,5247 | 3,561 - | 1,4717 | 4,035 - | 1,4117 |
| 3,022 - | 1,5239 | 4,011 - | 1,4712 | 4,62 - | 1,408 |
| 3,320 - | 1,5230 | 4,577 - | 1,4708 | 5,38 - | 1,403 |
| 3,690 - | 1,5217 | 5,345 - | 1,4701 | 6,46 - | 1,396 |
| 4,150 - | 1,5208 | 6,412 - | 1,4693 | 8,07 - | 1,378 |
| 4,745 - | 1,5197 | 8,022 - | 1,4681 | | |
| 5,540 - | 1,5184 | | | | |
| 6,647 - | 1,5163 | | | | |
| 8,307 - | 1,5138 | | | | |

Die Dispersion im Sylvin, welche im sichtbaren Spectrum hinter derjenigen des Steinsalzes nur wenig zurücksteht, nimmt sonach mit wachsender Wellenlänge in ähnlicher Weise, aber weit rascher ab als im Steinsalz. Diese ausserordentlich rasche Abnahme lässt Sylvin, für eine Reihe von Versuchen, bei welchen er als Prisma Verwendung finden soll, weniger geeignet erscheinen als Steinsalz. Andererseits ist er zur Herstellung von Concentrationslinsen sehr geeignet. Die Dispersion des Flussspathes nimmt bis $\lambda = 2\,\mu$ ab, um dann allmählich wieder

zu wachsen, und erreicht bei $\lambda = 8\mu$ wiederum einen Werth, welcher nicht wesentlich hinter dem Betrage der Dispersion im Roth zurücksteht. Mit Steinsalz und Sylvin verglichen ist die Dispersion im sichtbaren Gebiete sehr gering, im Ultraroth aber ausserordentlich gross, so dass sich dieses Material in hervorragendem Maasse zur Erzeugung prismatischer Wärmespectra eignet.

Ref.: J. Beckenkamp.

**28. A. Abt** (in ?): **Ueber das magnetische Verhalten des Moravicsaer Magnetits im Vergleiche zu Stahl** (Bericht der naturw. Section des Siebenbürger Museumvereins 1890, II, 181. Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **45**, 80—90). — Versuche des Verfs. mit verschiedenen Magnetitprismen von 8 bis 9 cm Länge, $2\frac{1}{2}$ cm Breite und $1\frac{1}{2}$ bis 2 cm Dicke ergaben: dass der Magnetismus des Magnetits mit der Intensität des magnetisirenden Stromes zunimmt, wie bei Stahl, und dass der permanente Magnetismus desselben jenen des Stahls bei jeder Stromintensität übertrifft. Der verschwindende (temporäre) Magnetismus des Magnetits ist bedeutend kleiner als der des Stahls. Bei Umkehrung des Stromes, also beim Entmagnetisiren, nimmt der Magnetismus des Magnetits schneller ab, und seine Polarität wechselt früher, als bei Stahl. »Es sind daher« nach Ansicht des Verfs. »die zur Erklärung der magnetischen Eigenschaften des Stahls aufgestellten Hypothesen von der Coërcitivkraft oder von der Drehung der Molekularmagnete nicht anwendbar«, weil nach diesen dem leichteren Polwechsel eine geringere Coërcitivkraft und ein schwächerer permanenter Magnetismus entsprechen müsste.

Ref.: J. Beckenkamp.

**29. E. Riecke** und **W. Voigt** (in Göttingen): **Die piëzoëlektrischen Constanten des Quarzes und Turmalins** (Wiedem. Ann. d. Phys. 1892, **45**, 523—553). — Unter demselben Titel ist in den Nachr. d. k. Ges. d. Wiss. zu Göttingen bereits früher eine etwas kürzere Abhandlung erschienen und darüber in dieser Zeitschr. **22**, 184 berichtet.

Bezeichnen $x_x, y_y, z_z, y_z, z_x, x_y$ die sechs Deformationsgrössen (vergl. diese Zeitschr. **9**, 208) an irgend einer Stelle eines Krystalles, $a, b, c$ die erregten elektrischen Momente der Volumeneinheit parallel den drei Axen $x, y, z$ an derselben Stelle, so gilt nach der Voigt'schen Theorie (vergl. diese Zeitschr. **21**, 118) allgemein:

$$a = \varepsilon_{11} x_x + \varepsilon_{12} y_y + \varepsilon_{13} z_z + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x + \varepsilon_{16} x_y \,,$$
$$b = \varepsilon_{21} x_x + \varepsilon_{22} y_y + \varepsilon_{23} z_z + \varepsilon_{24} y_z + \varepsilon_{25} z_x + \varepsilon_{26} x_y \,,$$
$$c = \varepsilon_{31} x_x + \varepsilon_{32} y_y + \varepsilon_{33} z_z + \varepsilon_{34} y_z + \varepsilon_{35} z_x + \varepsilon_{36} x_y \,.$$

Die Grössen $\varepsilon_{hk}$ heissen die piëzoëlektrischen Constanten der Substanz. Besitzt der Krystall eine dreizählige Symmetrieaxe, so wird, wenn man diese mit der $z$-Axe zusammenfallen lässt:

$$\varepsilon_{11} = -\varepsilon_{12} = -\varepsilon_{26} \,, \quad \varepsilon_{22} = -\varepsilon_{21} = -\varepsilon_{16} \,, \quad \varepsilon_{15} = \varepsilon_{24} \,,$$
$$\varepsilon_{14} = -\varepsilon_{25} \,, \quad \varepsilon_{31} = \varepsilon_{32} \,, \quad \varepsilon_{13} = \varepsilon_{23} = \varepsilon_{34} = \varepsilon_{35} = \varepsilon_{36} = 0 \,.$$

Legt man die $x$-Axe in eine der drei zweizähligen Symmetrieaxen des Quarzes, so wird ausserdem $\varepsilon_{15} = \varepsilon_{22} = \varepsilon_{31} = \varepsilon_{33} = 0$.

Besitzt ein Krystall ausser einer dreizähligen Symmetrieaxe noch drei ihr parallele Symmetrieebenen, so wird, wenn man eine derselben mit der $yz$-Ebene zusammenfallen lässt, $\varepsilon_{11} = \varepsilon_{14} = 0$.

Daher lautet obiger Ansatz für die ogdoëdrische Gruppe des hexagonalen Systems:

$$\begin{aligned} a &= \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z + \varepsilon_{15} z_x - \varepsilon_{22} x_y \,, \\ b &= -\varepsilon_{22}(x_x - y_y) + \varepsilon_{15} y_z - \varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y \,, \\ c &= \varepsilon_{31}(x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z \,; \end{aligned}$$

für die trapezoëdrisch-tetartoëdrische Gruppe:

$$a = \varepsilon_{11}(x_x - y_y) + \varepsilon_{14} y_z \,, \quad b = -\varepsilon_{14} z_x - \varepsilon_{11} x_y \,, \quad c = 0 \,;$$

für die rhomboëdrisch-hemiëdrisch-hemimorphe (zweite hemimorph-tetartoëdrische) Gruppe:

$$a = \varepsilon_{15} z_x - \varepsilon_{22} x_y \,, \; b = -\varepsilon_{22}(x_x - y_y) + \varepsilon_{15} y_z \,, \; c = \varepsilon_{31}(x_x + y_y) + \varepsilon_{33} z_z \,.$$

Statt die elektrischen Momente auf die Deformationsgrössen $x_x$ etc. zu beziehen, kann man sie auch auf die Druckcomponenten $X_x$ etc. beziehen, dann lautet der allgemeine Ansatz:

$$\begin{aligned} -a &= \delta_{11} X_x + \delta_{12} Y_y + \delta_{13} Z_z + \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x + \delta_{16} X_y \,, \\ -b &= \delta_{21} X_x + \delta_{22} Y_y + \delta_{23} Z_z + \delta_{24} Y_z + \delta_{25} Z_x + \delta_{26} X_y \,, \\ -c &= \delta_{31} X_x + \delta_{32} Y_y + \delta_{33} Z_z + \delta_{34} Y_z + \delta_{35} Z_x + \delta_{36} X_y \,; \end{aligned}$$

für die ogdoëdrische Gruppe:

$$\begin{aligned} -a &= \delta_{11}(X_x - Y_y) + \delta_{14} Y_z + \delta_{15} Z_x - 2\delta_{22} X_y \,, \\ -b &= -\delta_{22}(X_x - Y_y) + \delta_{15} Y_z - \delta_{14} Z_x - 2\delta_{11} X_y \,, \\ -c &= \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z \,; \end{aligned}$$

für die trapezoëdrisch-tetartoëdrische Gruppe:

$$\begin{aligned} -a &= \delta_{11}(X_x - Y_y) + \delta_{14} Y_z \,, \\ +b &= \delta_{14} Z_x + 2\delta_{11} X_y \,, \qquad c = 0 \,; \end{aligned}$$

für die zweite hemimorph-tetartoëdrische Gruppe:

$$\begin{aligned} -a &= \delta_{15} Z_x - 2\delta_{22} X_y \,, \\ -b &= -\delta_{22}(X_x - Y_y) + \delta_{15} Y_z \,, \\ -c &= \delta_{31}(X_x + Y_y) + \delta_{33} Z_z \,. \end{aligned}$$

Die $\varepsilon_{hk}$, welche im Allgemeinen sämmtlich von einander unabhängig sind, heissen die piëzoëlektrischen Constanten, die Grössen $\delta_{hk}$ die piëzoëlektrischen Moduln. Zwischen beiden bestehen die Beziehungen:

$$\delta_{ih} = \sum_k \varepsilon_{ik} s_{hk} \,, \quad \varepsilon_{ih} = \sum_k \delta_{ik} c_{hk} \,;$$

die Grössen $s$ sind die Elasticitätsmoduln, $c$ die Elasticitätsconstanten. Die Summen sind über die Zahlen 1 bis 6 auszudehnen.

Für die trapezoëdrisch-tetartoëdrische Gruppe wird speciell:

$$\begin{aligned} \delta_{11} &= \varepsilon_{11}(s_{11} - s_{12}) + \varepsilon_{14} s_{14} \,, \quad \delta_{14} = 2\varepsilon_{11} s_{14} + \varepsilon_{14} s_{44} \,, \\ \varepsilon_{11} &= \delta_{11}(c_{11} - c_{12}) + \delta_{14} c_{14} \,, \; \varepsilon_{14} = \delta_{11} c_{14} + \delta_{14} c_{44} \,; \end{aligned}$$

für die zweite hemimorph-tetartoëdrische Gruppe wird:

$$\begin{aligned} \delta_{22} &= \varepsilon_{22}(s_{11} - s_{12}) - \varepsilon_{15} s_{14} \,, \quad \delta_{15} = \varepsilon_{15} s_{44} - 2\varepsilon_{22} s_{14} \,, \\ \delta_{31} &= \varepsilon_{31}(s_{11} + s_{12}) + \varepsilon_{33} s_{13} \,, \quad \delta_{33} = 2\varepsilon_{31} s_{31} + \varepsilon_{33} s_{33} \,, \\ \varepsilon_{22} &= \delta_{22}(c_{11} - c_{12}) - \delta_{15} c_{14} \,, \quad \varepsilon_{15} = \delta_{15} c_{44} - 2\delta_{22} c_{14} \,, \\ \varepsilon_{31} &= \delta_{31}(c_{11} + c_{12}) + \delta_{33} c_{13} \,, \quad \varepsilon_{33} = 2\delta_{31} c_{31} + \delta_{33} c_{33} \,. \end{aligned}$$

Wird aus einem Krystalle ein Cylinder ausgeschnitten, dessen Axenrichtung gegen die Coordinatenaxen durch die Cosinus $\gamma_1$, $\gamma_2$, $\gamma_3$ gegeben ist, und wird der Cylinder parallel seiner Axe mit einer Kraft comprimirt, welche den Druck $p$ auf die Querschnittseinheit ergiebt, so sind die elektrischen Momente nach den drei Coordinatenaxen beim Quarz:

$$-a = p(\delta_{11}(\gamma_1^2 - \gamma_2^2) + \delta_{14}\gamma_2\gamma_3), \quad +b = p(\delta_{14}\gamma_3 + 2\delta_{11}\gamma_2)\gamma_1, \quad c = 0;$$

beim Turmalin:

$$-a = p(\delta_{15}\gamma_3 - 2\delta_{22}\gamma_2)\gamma_1, \quad +b = p(\delta_{22}(\gamma_1^2 - \gamma_2^2) - \delta_{15}\delta_2\gamma_3),$$
$$-c = p(\delta_{31}(\gamma_1^2 + \gamma_2^2) + \delta_{33}\gamma_3^2).$$

Das Moment $n$ nach einer beliebigen Richtung, deren Richtungscosinus $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ sind, folgt hieraus nach der Formel: $n = a\alpha + b\beta + c\gamma$. Ist diese Richtung diejenige der äusseren Normale auf einem Oberflächenelement, und ist zugleich im Inneren des Cylinders $a$, $b$, $c$ constant, wie es im vorliegenden Falle thatsächlich ist, so giebt $n$ die Dichte der elektrischen Ladung des betreffenden Oberflächenelementes, welche für alle äusseren Punkte mit der wirklichen elektrischen Vertheilung äquivalent ist.

Die Verff. stellten sich die Aufgabe, die eben für Quarz und Turmalin aufgestellten Formeln zu prüfen und die Constanten $\delta_{hk}$ und $\varepsilon_{hk}$ zu bestimmen. Die Beobachtungsmethode ist im Wesentlichen bereits diese Zeitschr. **22**, 184 angegeben; die dort angegebenen Zahlenwerthe bedurften nach wiederholten Messungen kleiner Aenderungen. Nach den neueren Beobachtungen werden in absolutem Maass (cm, g, s.) die piëzoëlektrischen Moduln und Constanten für

Quarz:

$$\delta_{11} = 6{,}45.10^{-8}, \quad \delta_{14} = -1{,}45.10^{-8}, \quad \varepsilon_{11} = 4{,}67.10^4, \quad \varepsilon_{14} = 1{,}73.10^4;$$

Turmalin:

$$\delta_{15} = -11{,}02.10^{-8}, \quad \delta_{22} = 0{,}67.10^{-8}, \quad \delta_{31} = -0{,}88.10^{-8}, \quad \delta_{33} = -5{,}71{,}10^{-8}$$
$$\varepsilon_{15} = -7{,}28.10^4, \quad \varepsilon_{22} = +0{,}49.10^4, \quad \varepsilon_{31} = -3{,}03.10^4, \quad \varepsilon_{33} = -9{,}35.10^4.$$

Das in der Volumeinheit durch eine Erwärmung um $\vartheta$ Grad beim Turmalin erregte elektrische Moment $c$ ist nach Voigt: $c = \vartheta(2\varepsilon_{31}a_2 + \varepsilon_{33}a_3)$, wenn $a_2$ und $a_3$ die Ausdehnungscoëfficienten des Turmalins in der Richtung der $Y$- und der $Z$-Axe bedeuten. Unter Einsetzung der von Pfaff angegebenen Werthe $a_2 = 7{,}73.10^{-6}$, $a_3 = 9{,}37.10^{-6}$ folgt demnach $c = 1{,}34\,\vartheta$. Die Zahl 1,34 wird die pyroëlektrische Constante des Turmalins genannt. Durch directe Beobachtungen hatte Riecke für eine Temperatur von 28° C., bei welcher die piëzoëlektrischen Beobachtungen vorgenommen wurden, gefunden $c = 1{,}23\,\vartheta$. »Man wird also künftighin nicht mehr nöthig haben, zwischen Pyroëlektricität und Piëzoëlektricität als zwei verschiedenen Erscheinungen zu unterscheiden. Beide haben ihre gemeinsame Ursache in den im Inneren der Krystalle auftretenden Deformationen.«

Ref.: J. Beckenkamp.

**30. F. Pockels** (in Göttingen): **Ueber die Berechnung der optischen Eigenschaften isomorpher Mischungen aus denjenigen der gemischten reinen Substanzen** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1892, Beil.-Bd. 8, 117—179). — Sollen die sechs Constanten des Fresnel'schen Ovaloids eines Mischkrystalles

von gegebenen Mengenverhältnissen aus den Constanten der reinen Substanzen berechnet werden, so kann man entweder von der Voraussetzung ausgehen, dass an Stelle der Moleküle des dem Mischkrystalle entsprechenden regelmässigen Punktsystemes sich in regelloser Vertheilung Moleküle der verschiedenen gemischten Substanzen befinden, d. h. dass einzelne Moleküle der beiden Substanzen sich gegenseitig vertreten, oder dass ein Mischkrystall aus sehr kleinen Individuen oder sehr dünnen Schichten der verschiedenen ihn zusammensetzenden isomorph krystallisirten Substanzen aufgebaut sei, die mit gleicher krystallographischer Orientirung aneinandergelagert sind.

Nach der ersten Hypothese ist die Mischung so innig, dass sie bereits innerhalb der Wirkungssphäre der bei der Lichtbewegung wirksamen Kräfte homogen ist; nach der zweiten dagegen sind die Theilchen der gemischten reinen Substanzen sehr gross gegen jene Wirkungssphäre, wenn auch noch klein gegen die Lichtwellenlänge.

Nach der ersten Annahme befindet sich jeder der isomorphen Bestandtheile in einem bestimmten Verdünnungszustande. Verf. leitet für diese Voraussetzung folgende Beziehungen ab.

Sei das Fresnel'sche Ovaloid gegeben durch

$$\varrho^2 = B_{11}\mu^{02} + B_{22}\nu^{02} + B_{33}\pi^{02} + 2B_{23}\nu^0\pi^0 + 2B_{31}\pi^0\mu^0 ,$$

wobei $\mu^0$, $\nu^0$, $\pi^0$ die Richtungscosinus des Radiusvector $\varrho$ auf ein beliebiges rechtwinkliges Coordinatensystem $X_0$, $Y_0$, $Z_0$, und $B_{hk}$ die sechs optischen Constanten bedeuten. Seien $a$, $b$, $c$ die drei Hauptlichtgeschwindigkeiten nach den drei Hauptaxen $X$, $Y$, $Z$ des Ovaloids, und seien die Cosinus $\alpha$, $\beta$, $\gamma$ zwischen $X_0 X$ etc. gegeben durch

| | $X_0$ | $Y_0$ | $Z_0$ |
|---|---|---|---|
| $X$ | $\alpha_1$ | $\alpha_2$ | $\alpha_3$ |
| $Y$ | $\beta_1$ | $\beta_2$ | $\beta_3$ |
| $Z$ | $\gamma_1$ | $\gamma_2$ | $\gamma_3$ , |

so gelten die Beziehungen:

$$\begin{aligned} B_{11} &= a^2\alpha_1^2 + b^2\beta_1^2 + c^2\gamma_1^2 , & B_{23} &= a^2\alpha_2\alpha_3 + b^2\beta_2\beta_3 + c^2\gamma_2\gamma_3 , \\ B_{22} &= a^2\alpha_2^2 + b^2\beta_2^2 + c^2\gamma_2^2 , & B_{31} &= a^2\alpha_3\alpha_1 + b^2\beta_3\beta_1 + c^2\gamma_3\gamma_1 , \\ B_{33} &= a^2\alpha_3^2 + b^2\beta_3^2 + c^2\gamma_3^2 , & B_{12} &= a^2\alpha_1\alpha_2 + b^2\beta_1\beta_2 + c^2\gamma_1\gamma_2 . \end{aligned}$$

Sind die sechs optischen Constanten $B_{hk}$ gegeben, so kann man mit Hülfe dieser Gleichungen auch die Formeln für die Hauptlichtgeschwindigkeiten und die Richtungen der Hauptaxen des Ovaloids ableiten.

Sind nun $B_{hk}^0$ und $B_{hk}'$ die Constanten der isomorphen Bestandtheile und $B_{hk}$ diejenigen des Mischkrystalles, bezogen auf ein in allen drei Fällen gleich orientirtes, im Uebrigen aber beliebiges Coordinatensystem, so gilt allgemein für den Mischkrystall nach der ersten Hypothese:

$$B_{hk} = B_{hk}^0 \mathfrak{v}^0 + B_{hk}' \mathfrak{v}',$$

$\mathfrak{v}$ und $\mathfrak{v}'$ sind die Volumtheile der isomorphen Bestandtheile.

Für monokline Krystalle leitet sich daraus folgende Beziehung ab. Sind $\Phi^0$, $\Phi'$, $\Phi$ die von irgend einer krystallographisch festgelegten Richtung aus gerechneten Auslöschungsschiefen der beiden Endglieder der Mischungsreihe und des betrachteten Mischkrystalles, und bezeichnet man mit $K$ eine nur von den optischen Constanten der Endglieder abhängige Constante, so wird

$$\operatorname{cotg} 2(\Phi - \Phi^0) = \operatorname{cotg} 2(\Phi' - \Phi^0) + K\frac{\mathfrak{v}^0}{\mathfrak{v}'},$$

$$K = \frac{\left(\frac{1}{\gamma^0}\right)^2 - \left(\frac{1}{\alpha^0}\right)^2 \sin u^0 \sin v^0}{\left(\frac{1}{\gamma'}\right)^2 - \left(\frac{1}{\alpha'}\right)^2 \sin u' \sin v'} \cdot \frac{1}{\sin 2\Phi'},$$

wenn $u$, $v$ die Winkel zwischen der Plattennormale und den optischen Axen, $\alpha$, $\gamma$ den grössten und kleinsten Hauptbrechungsexponenten bezeichnen.

Für einen rhombischen Krystall seien $n_x$, $n_y$, $n_z$ die Hauptbrechungsexponenten, so wird

$$n_i = \frac{n_i^0}{\sqrt{1 + \frac{(n_i^0)^2 - (n_i')^2}{(n_i')^2}\mathfrak{v}'}},$$

wo $i$ irgend einen der drei Indices $x$, $y$, $z$ bedeutet.

Sind $\omega_x = \frac{1}{n_x}$ etc. die Hauptlichtgeschwindigkeiten, und setzt man

$$c_1 = \frac{(\omega_y')^2 - (\omega_z')^2}{(\omega_y^0)^2 - (\omega_z^0)^2}, \qquad c_2 = \frac{(\omega_x')^2 - (\omega_z')^2}{(\omega_x^0)^2 - (\omega_z^0)^2},$$

und ist $\Omega$ der halbe wahre, $E$ der halbe scheinbare Axenwinkel, so wird:

$$\sin \Omega = \sqrt{\frac{\sin^2 \Omega^0 + \frac{\mathfrak{v}'}{\mathfrak{v}^0} c_2 \sin^2 \Omega'}{1 + \frac{\mathfrak{v}'}{\mathfrak{v}^0} c_2}},$$

$$\sin E = \frac{n_y}{n_y^0} \sin E^0 \sqrt{\frac{1 + \frac{\mathfrak{v}'}{\mathfrak{v}^0} c_1}{1 + \frac{\mathfrak{v}'}{\mathfrak{v}^0} c_2}},$$

$$\frac{1}{(n_y)^2} = \frac{\mathfrak{v}^0}{(n_y^0)^2} + \frac{\mathfrak{v}'}{(n_y')^2}.$$

Wenn die Grössenfolge von $n_x'$, $n_y'$, $n_z'$ nicht dieselbe ist wie diejenige von $n_x^0$, $n_y^0$, $n_z^0$, so sind fünf Fälle möglich. Der Uebergang der optischen Axen aus der Anfangslage in die Endlage, wenn $\frac{\mathfrak{v}'}{\mathfrak{v}^0}$ von 0 bis $\infty$ wächst, ist dann folgender:

a) $n_x^0 < n_y^0 < n_z^0$, $n_z' < n_y' < n_x'$, Axenebenen der Endglieder also übereinstimmend.

$\alpha$) $\Omega' > \Omega^0$

($\mathfrak{v}' = 0$) A.E. $ZX$; einaxig; A.E. $XZ$; einaxig; A.E. $YZ$; einaxig; A.E. $ZX$ ($\mathfrak{v}^0 = 0$).

$\beta$) $\Omega' < \Omega^0$

($\mathfrak{v}' = 0$) A.E. $ZX$; einaxig; A.E. $YZ$; einaxig; A.E. $XY$; einaxig; A.E. $ZX$ ($\mathfrak{v}^0 = 0$).

b) $n_x^0 < n_y^0 < n_z^0$, $n_x' < n_z' < n_y'$.
($\mathfrak{v}' = 0$) A.E. $ZX$; einaxig; A.E. $XY$ ($\mathfrak{v}^0 = 0$).

c) $n_x^0 < n_y^0 < n_z^0$, $n_y' < n_x' < n_z'$.
($\mathfrak{v}' = 0$) A.E. $ZX$; einaxig; A.E. $YZ$ ($\mathfrak{v}^0 = 0$).

d) $n_x^0 < n_y^0 < n_z^0$, $n_y' < n_z' < n_x'$.
($\mathfrak{v}' = 0$) A.E. $ZX$; einaxig; A.E. $YZ$; einaxig; A.E. $XY$ ($\mathfrak{v}^0 = 0$).

e) $n_x^0 < n_y^0 < n_z^0$, $n_z' < n_x' < n_y'$.
($\mathfrak{v}' = 0$) A.E. $ZX$; einaxig; A.E. $XY$; einaxig; A.E. $YZ$ ($\mathfrak{v}^0 = 0$).

Bei optisch einaxigen Mischkrystallen sind die Hauptbrechungsindices $\omega$ und $\varepsilon$ gegeben durch:

$$\frac{1}{\omega^2} = \frac{\mathfrak{v}^0}{(\omega^0)^2} + \frac{\mathfrak{v}'}{(\omega')^2}, \quad \frac{1}{\varepsilon^2} = \frac{\mathfrak{v}^0}{(\varepsilon^0)^2} + \frac{\mathfrak{v}'}{(\varepsilon')^2}.$$

Bei isotropen Körpern ist

$$\frac{1}{n^2} = \frac{\mathfrak{v}^0}{(n^0)^2} + \frac{\mathfrak{v}'}{(n')^2}.$$

Die zweite Hypothese führt im Allgemeinen zu Formeln, die mit dem Fresnel'schen Gesetze nicht in Einklang stehen. Fallen die Schwingungsrichtungen in den beiden isomorphen Lamellen zusammen, dann wird $n = \mathfrak{v}^0 n^0 + \mathfrak{v}' n'$.

Fallen die optischen Symmetrieaxen der beiden isomorphen Bestandtheile zusammen, und pflanzt sich ein Strahl in der optischen Symmetrieebene fort, und seien die beiden in Frage kommenden Hauptbrechungsexponenten $\alpha$ und $\gamma$, so ist nach der zweiten Hypothese der Brechungsindex der zu jener Symmetrieebene senkrecht polarisirten Welle für die den Winkel $\varphi$ mit der $Z$-Axe bildende Fortpflanzungsrichtung gegeben durch

$$n = \frac{\mathfrak{v}^0}{\sqrt{\frac{\cos^2\varphi}{(\alpha^0)^2} + \frac{\sin^2\varphi}{(\gamma^0)^2}}} + \frac{\mathfrak{v}'}{\sqrt{\frac{\cos^2\varphi}{(\alpha')^2} + \frac{\sin^2\varphi}{(\gamma')^2}}}.$$

Das Fresnel'sche Gesetz wird die Relation verlangen

$$\frac{1}{n^2} = \frac{\cos^2\varphi}{(\mathfrak{v}^0\alpha^0 + \mathfrak{v}'\alpha')^2} + \frac{\sin^2\varphi}{(\mathfrak{v}^0\gamma^0 + \mathfrak{v}'\gamma')^2}.$$

Damit beide Relationen mit einander vereinbar werden, muss entweder die Doppelbrechung der isomorphen Bestandtheile sehr schwach sein, oder es müssen sich beide in ihren optischen Constanten sehr ähnlich sein.

Ist für circularpolarisirende Krystalle das Drehungsvermögen der beiden Bestandtheile $\delta^0$ und $\delta'$, so ist das der isomorphen Mischung nach beiden Hypothesen $\delta = \mathfrak{v}^0\delta^0 + \mathfrak{v}'\delta'$.

Bei absorbirenden Krystallen, deren Absorptionscoëfficient $n\varkappa$ ($n$ = Brechungsindex, $\varkappa$ = Absorptionsindex), sei

$$A = \frac{1 - \varkappa^2}{n^2(1 + \varkappa^2)^2}, \quad B = \frac{2\varkappa}{n^2(1 + \varkappa^2)^2}, \quad \text{also } \varkappa = \frac{\sqrt{A^2 + B^2} - A}{B},$$

dann folgt für die isomorphe Mischung nach der ersten Hypothese $A = \mathfrak{v}^0 A^0 + \mathfrak{v}' A'$, $B = \mathfrak{v}^0 B^0 + \mathfrak{v}' B'$. Nach der zweiten dagegen $n\varkappa = \mathfrak{v}^0 n^0 \varkappa^0 + \mathfrak{v}' n' \varkappa'$.

Verf. vergleicht die Messungsresultate verschiedener Beobachter mit den aus den beiden Hypothesen abgeleiteten Werthen. Eine Entscheidung für die eine oder die andere derselben war jedoch hiedurch nicht zu gewinnen, sondern es wären zu diesem Zwecke neue, genauere Beobachtungen an Mischungen gut isomorpher Körper nothwendig.

Ref.: J. Beckenkamp.

**31. F. Pockels** (in Göttingen): **Ueber die Aenderung des optischen Verhaltens von Alaun und Beryll durch einseitigen Druck** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1892, Beil.-Bd. 8, 217—268). — Die theoretische Ableitung der hierher gehörigen Erscheinungen wurde vom Verf. in einer früheren Mittheilung gegeben (vergl. diese Zeitschr. **21**, 134).

1) Für die Constanten $a$ und $b$ (vergl. diese Zeitschr. **21**, 134) werden beim Kaliumalaun für Natriumlicht die Werthe ermittelt: $a = -4,30.10^{-8}\, v^2$, $b = -0,455.10^{-8}\, v^2$ ($v$ ist die Lichtgeschwindigkeit in Luft). Der Alaun gehört demnach wie Steinsalz bezüglich seines piëzooptischen Verhaltens zum Typus II; doch treten die Erscheinungen, welche dieses Verhalten von dem der isotropen Körper unterscheiden, wegen des kleineren Werthes von $\frac{b}{a}$ viel stärker hervor. Die Grössen $\frac{a}{v^2}$ und $\frac{b}{v^2}$ bestimmen die Stärke der Doppelbrechung des durch einseitigen Druck von der Intensität 1, der das eine Mal parallel einer Würfelnormalen, das andere Mal parallel einer Oktaëdernormalen ausgeübt wird, optisch einaxig gemachten Krystalles. Die Doppelbrechung ist also im ersten Falle fast $9\frac{1}{2}$mal so gross wie im zweiten Falle. Ihr Charakter ist, da $a$ und $b$ beide negatives Vorzeichen haben, in beiden Fällen negativ, wie bei Steinsalz oder Glas; ein parallel einer Würfel- oder Oktaëdernormalen wirkender Zug würde den Krystall positiv einaxig machen.

Lässt man die Druckrichtung sich, immer einer Würfelfläche parallel bleibend, von einer Würfelnormalen, der $X_0$-Axe, aus gegen eine Dodekaëdernormale drehen, so wird der Krystall optisch zweiaxig, so dass die Ebene der optischen Axen senkrecht zu jener Würfelfläche, also die eine Mittellinie die Normale der letzteren ist. Die andere Mittellinie liegt zwischen $X_0$ und der Druckrichtung. Die letztere Mittellinie entfernt sich viel langsamer von $X_0$ als die Druckrichtung. Schneidet man z. B. ein rechtwinkliges Parallelepipedon, bei welchem das eine Flächenpaar parallel einer Würfelfläche geht, ein zweites $9^0$ gegen eine Dodekaëdernormale geneigt ist, und wird dasselbe parallel der Schnittkante dieser beiden Flächenpaare gedrückt, so tritt auf den genannten Würfelflächen eine Auslöschungsschiefe von $27^0$ auf.

Der Winkel $2\Omega$ der optischen Axen hat für einen parallel einer Dodekaëdernormalen wirkenden Druck seinen Maximalwerth: $2\Omega' = 128^0\, 2'$. Die Dodekaëdernormale ist dann zweite Mittellinie.

Wenn die Druckrichtung aus der Normalenrichtung des Dodekaëders in diejenige der Normalen des Oktaëders übergeht, nimmt der Axenwinkel bis $0^0$ ab, während die Ebene der optischen Axen die Ebene (110) bleibt.

Bewegt sich endlich die Druckrichtung aus der Normalenrichtung des Oktaëders in diejenige des Würfels, so bewegt sich die erste Mittellinie zwischen der Druckrichtung und der Würfelnormalen $Z_0$, die zweite Mittellinie bleibt senkrecht zu der die Druckrichtung enthaltenden Dodekaëderfläche.

2) Krystalle von Ammoniakalaun zeigten natürliche (anomale) Doppelbrechung

und zwar jeder Sector so, als ob er senkrecht zu der ihn begrenzenden Oktaëderfläche comprimirt, oder in allen Richtungen parallel derselben gleichmässig dilatirt wäre. Dieser natürlichen Doppelbrechung superponirt sich die durch den Druck erzeugte, eine Erscheinung, die analytisch durch Addition der auf das gleiche Coordinatensystem bezogenen Grössen $B_{hk}$ ausgedrückt wird. Da dann die Grössen $B_{23}$, $B_{31}$, $B_{12}$ dem Drucke nicht mehr proportional sind, so folgt, dass die Richtung der optischen Symmetrieaxen bei einseitigem Drucke von der Grösse des letzteren nicht mehr unabhängig bleibt, sobald natürliche Doppelbrechung vorhanden ist. Die Beobachtungen geben $a = -4{,}462.10^{-8}\,v^2$, $b = -0{,}774.10^{-8}\,v^2$.

Die Abweichungen der Mittellinie von der Druckrichtung, sowie der Axenwinkel (Maximum $2\Omega' = 114^0\,4'$ für Druckrichtung $\perp$ : 110) erreichen nicht so grosse Werthe wie beim Kaliumalaun.

Um künstlich dieselbe Doppelbrechung zu erzeugen, welche die Ammoniakalaunkrystalle ohne Anwendung äusseren Druckes zeigten, müsste parallel einer Oktaëdernormalen ein Druck von 5625 g pro qmm wirken. Einen solchen Druck dürfte aber wohl kein Alaunkrystall aushalten ohne zu zerbrechen. »Indessen ist eine Erklärung der optischen Anomalien durch im fertig gebildeten Krystall wirkende Spannungen ja auch aus mehreren Gründen ausgeschlossen. Man könnte nun annehmen, dass während des Krystallisationsvorganges viel geringere Spannungen genügt hätten, um die beobachtete natürliche Doppelbrechung als dauernde Nachwirkung zu erzeugen. Allein auch dann bleibt der Einwand bestehen, welcher aus der Thatsache der scharfen Grenzen zwischen den Sectoren von verschiedener optischer Orientirung gegen die Spannungshypothese erhoben worden ist.« Man kann nach Absicht des Verfs. »über die eigentliche Ursache der Anomalien in solchen Fällen, wie beim Alaun, vorläufig nicht mehr behaupten, als dass unbekannte Molekularkräfte beim Krystallwachsthum geringfügige Störungen der normalen Krystallstructur veranlassen, welche sich durch die anomale Doppelbrechung verrathen, während sie andere, weniger empfindliche physikalische Eigenschaften nicht merklich beeinflussen.«

3) Für hexagonale Krystalle muss man von folgendem Ansatze ausgehen:

$$\begin{aligned}
B_{11} - (\omega_o{}^0)^2 &= a_{11}x_x + a_{12}y_y + a_{13}z_z\,,\\
B_{22} - (\omega_o{}^0)^2 &= a_{12}x_x + a_{12}y_y + a_{13}z_z\,,\\
B_{33} - (\omega_e{}^0)^2 &= a_{31}x_x + a_{32}y_y + a_{33}z_z\,,\\
B_{23} = a_{44}y_z\,,\quad B_{31} &= a_{44}z_x\,,\quad B_{12} = \tfrac{1}{2}(a_{11} - a_{12})x_y\,,
\end{aligned}$$

wobei $\omega_o{}^0$ und $\omega_e{}^0$ die ursprünglichen Hauptlichtgeschwindigkeiten bezeichnen. Vorausgesetzt ist, dass die $Z^0$-Axe die krystallographische Hauptaxe ist; die $X^0$- und die $Y^0$-Axe können, da hier die elastischen und optischen Eigenschaften in allen zur $c$-Axe senkrechten Richtungen sich gleich verhalten, in der zu $Z^0$ senkrechten Ebene beliebig genommen werden.

Die Doppelbrechung wird bestimmt durch die vier Grössen

$$a_{11} - a_{31} = a_1 v^2\,,\quad a_{12} - a_{31} = a_2 v^2\,,\quad a_{33} - a_{13} = a_3 v^2\,,\quad a_{44}\,.$$

Wirkt ein Druck $p$ senkrecht zur Hauptaxe, etwa parallel der $Y^0$-Axe, so ist

$$x_x = -p s_{12}\,,\quad y_y = -p s_{11}\,,\quad z_z = -p s_{33}\,;\qquad y_z = z_x = x_y = 0\,.$$

Dagegen ist bei parallel zur Hauptaxe wirkendem Druck $x_x = y_y = -p s_{13}$, $z_z = -p s_{33}$, wenn $s_{hk}$ die Elasticitätsmoduln sind.

Im ersteren Falle findet man aus dem in der Richtung der $Z^0$-Axe gemessenen Gangunterschiede $\Delta_1$, d. h. der beobachteten Verschiebung $\delta$ eines Compensatorstreifens dividirt durch den Abstand $\lambda$ zweier benachbarter Streifen, die Differenz $\omega_y^2 - \omega_x^2$ aus: $\frac{\omega_y^2 - \omega_x^2}{v^2} = \frac{2\lambda}{n_0^3}\frac{\Delta_1}{D}$, wenn $n_0$ der Brechungsexponent des ordentlichen Strahles, $D$ die Dicke des Parallelepipedons in der Beobachtungsrichtung ist. Es wird $C_1 = \frac{\omega_y^2 - \omega_x^2}{pv^2} = \frac{2\lambda}{n_0^3} \cdot \frac{B_1}{\nu Q}\Delta_1$, wenn $Q$ die Belastung des Hebelendes, $\nu$ das Verhältniss der Hebelarme und $B_k$ die betreffende Breite des betreffenden Parallelepipedons bezeichnet.

Auf dem zur $X_0$-Axe senkrechten Flächenpaare beobachtet man einen Gangunterschied $\Delta_2$, und es wird gesetzt:

$$C_2 = \frac{\omega_y^2 - \omega_z^2 - \omega_o^2 + \omega_e^2}{pv^2} = \frac{2\lambda}{n_m^3}\frac{B_2}{\nu Q}\Delta_2 + 2s_{12}\frac{n_e^0 - n_o^0}{n_m^3}.$$

$n_m$ bedeutet einen Mittelwerth zwischen $n_e$ und $n_o$, für welchen mit genügender Genauigkeit $\frac{n_e + n_o}{2}$ gesetzt werden kann.

Ist endlich die Druckrichtung parallel $Z^0$, so beobachtet man in allen zu ihr senkrechten Richtungen die gleiche relative Verzögerung $\Delta_3$; es wird

$$C_3 = \frac{\omega_z^2 - \omega_x^2 - \omega_e^{02} + \omega_o^{02}}{pv^2} = \frac{2\lambda}{n_m^3}\frac{B_3}{\nu Q}\Delta_3 - 2s_{13}\frac{n_e^0 - n_o^0}{n_m^3}.$$

Aus den Grössen $C$ bestimmen sich die Grössen $a_1$, $a_2$, $a_3$ mit Hülfe der Gleichungen:

$$\begin{aligned} a_1(s_{11} - s_{12}) - a_2(s_{11} - s_{12}) &= -C_1, \\ a_1 s_{11} + a_2 s_{12} - a_3 s_{13} &= -C_2, \\ a_1 s_{13} + a_2 s_{13} - a_3 s_{33} &= +C_3. \end{aligned}$$

Die untersuchten Beryllprismen waren nicht nur nicht völlig frei von Sprüngen und Einschlüssen, sondern auch die von Sprüngen und Einschlüssen ganz freien Partien der Krystalle waren optisch inhomogen, und zwar aus sehr dünnen, zur Hauptaxe senkrechten Schichten von wechselnden Brechungsindices aufgebaut.

Die Beobachtung ergab: $C_1 = +0,968.10^{-8}$, $C_2 = +0,962.10^{-8}$, $C_3 = +1,059.10^{-8}$.

Daraus folgt: $a_1 = -0,192$, $a_2 = -0,021$, $a_3 = -0,191$.

Es sind also $a_{12}$ und $a_{31}$ beim Beryll nur wenig verschieden. Da ferner nach Analogie des Quarzes (vergl. diese Zeitschr. **19**, 509) erwartet werden kann, dass auch $a_{13}$ und $a_{31}$ nur wenig verschieden sind, so folgt aus der Gleichheit von $a_1$ und $a_3$, dass auch $a_{33}$ fast gleich $a_{11}$ ist. »Es scheint demnach, dass sich der Beryll in seinem piëzooptischen Verhalten den isotropen Körpern, für welche $a_{12} = a_{13} = a_{31}$ und $a_{33} = a_{11}$ sein würde, nähert, d. h. dass die gleichen Dilatationen, in verschiedenen Richtungen hervorgebracht, gleiche Aenderungen der bei den Lichtschwingungen wirkenden Kräfte verursachen.«

Bei einem Drucke senkrecht zur Hauptaxe liegt die Ebene der optischen Axe senkrecht zur Druckrichtung. Der halbe Winkel $\Omega$ ist bestimmt durch $\sin \Omega = 0,001726\sqrt{p}$, wo $p$ der Druck in Grammen pro qmm ist.

Wirkt ein allseitig gleicher Druck $p$, so wird die Zunahme der Doppelbrechung $(n_o - n_e) - (n_o^0 - n_e^0) = 2,07.10^{-8} p$.

Im Falle gleichförmiger Erwärmung ist unter der Annahme, dass eine Erwärmung das optische Verhalten ebenso beeinflusse wie diejenige mechanische Einwirkung, welche die gleiche Dilatation hervorbringt, die Zunahme der Doppelbrechung bestimmt durch die Gleichung:

$$\frac{d(n_o - n_e)}{dt} = 0,974.10^{-6} .$$

Nach den Messungen von Offret ist sie dagegen gegeben durch $\frac{dn}{dt} = 2,46.10^{-6}$. Jene Annahme ist daher für den Beryll unzutreffend, ebenso wie für den Quarz.

Ref.: J. Beckenkamp.

**32. F. Pockels** (in Göttingen): **Ueber die elastischen Deformationen piëzoelektrischer Krystalle im elektrischen Felde** (Neues Jahrb. f. Min., Geol. etc. 1892, Beil.-Bd. 8, 407—417). — P. Duhem leitete (Ann. de l'École Normale Supérieure 1892, 167—176) folgende Sätze ab:

1) »Wenn man auf einen piëzoëlektrischen Krystall gewisse Kräfte $F$ wirken lässt, so entwickelt sich eine gewisse diëlektrische Polarisation $A$, $B$, $C$. Wenn man durch ein elektrisches Feld dieselbe Polarisation im Inneren des Krystalles hervorbringen würde, so würde der Krystall gewisse Deformationen $\Delta$ erleiden. Die Kräfte $F$ sind von der Art, dass sie den Deformationen $\Delta$ entgegenwirken.«

2) »Unterwirft man eine piëzoëlektrische Krystallplatte gewissen äusseren Kräften $F$, so nimmt sie auf ihren Flächen eine gewisse scheinbare elektrische Ladung an. Theilt man ihren Flächen eine gleiche wirkliche Ladung mit, so erleidet die Platte gewisse Deformationen $\Delta'$. Diese Deformationen sind von der Art, dass sie durch die Kräfte $F$ begünstigt werden würden, d. h. dass die Arbeit, welche die Kräfte $F$ bei Hervorbringung der Deformationen $\Delta'$ leisten würden, positiv ist.«

3) »Wenn man die betrachtete Krystallplatte dem Kräftesysteme $F$ unterwirft, während die Belegungen ihrer Flächen leitend mit einander verbunden sind, so nehmen diese Belegungen gewisse elektrische Ladungen an. Theilt man dagegen den Belegungen der Platte, während sie keiner mechanischen Einwirkung unterworfen ist, dieselben Ladungen mit, so erleidet sie ein System von Deformationen $(-\Delta')$. Die Kräfte $F$ wirken diesen Deformationen $(-\Delta')$ entgegen.«

Der zweite Satz widerspricht dem Lippmann'schen Gesetze. Verf. weist nach, dass die Formel, aus welcher obige Sätze abgeleitet wurden, ein falsches Vorzeichen enthielt, dass dementsprechend dieselben folgenderweise lauten müssen:

1) »Die Kräfte $F$ sind von der Art, dass sie die Deformationen $\Delta$ unterstützen (d. h. positive Arbeit leisten, wenn sie während der Hervorbringung jener Deformationen wirken).«

2) »Diese Deformationen sind derart, dass ihnen die Kräfte $F$ entgegenwirken würden.«

3) »Die Kräfte $F$ unterstützen diese Deformationen $(-\Delta')$.«

Ref.: J. Beckenkamp.

# Autorenregister.

# Sachregister.

## A.



## B.

## E.



## F.



## G.

---

# Berichtigungen und Zusätze.

## Band 14.

Seite 280 Zeile 15 von unten lies: »(121)« statt »(013)«.

## Band 21.

Seite 262 Zeile 14 von oben lies: »a (nicht c, wie bei der gewöhnlichen.....)« statt »c (nicht a......«.
- 325 - 15 - - - »342° 36′« statt »342° 46′«.
- 584 - 1 - - - »verstanden« statt »vorhanden«.

## Band 22.

Seite 518 Zeile 5 von oben in Formel $b$ setze: »$\frac{\omega_\mu}{\omega_\nu} \cdot \frac{\chi_\nu}{\chi_\mu} = \frac{m}{n}$« statt »$\frac{\omega_\mu}{\omega_\nu} = \frac{\chi_\nu}{\chi_\mu} = \frac{m}{n}$«.
- 525 - 3 - - lies: »Phosphoratom« statt »Phosphatatom«.
- 525 - 13 - unten - »$4(KH_2PO_4)$« statt »$4(KH_4PO_4)$«.
- 616 - 4 - oben - »Rhodizit« statt »Rhodozit«.

## Band 23.

Seite 66 Zeile 7 von oben lies: »und die Schichten von Garnet Hill und Cowen Hill einschliessend« statt »einschliesslich der Schichten von Garnet Hill und ....«.
- 75 - 15 - unten - »unsymmetrisch« statt »monosymmetr.«.
- 77 - 13 - oben - »konnte eine basische und prismatische Spaltbarkeit...« statt »konnte weder eine basische, noch eine prismatische Spaltbarkeit.....«.
- 79 - 13 - - - »$b : 2a : c$« statt »$a : b : c$«.
- 81 - 1 - - - »zur schwachen Rothgluth« statt »zur Rothgluth«.
- 83 - 13 und 22 von oben lies: »$\mathfrak{m}_2$« statt »$m_2$«.
- 83 - 12 von oben lies: »$-n_2$« statt »$n_2$«.
- 84 - 10 - unten - »54° 45′« statt »54° 43′«.
- 85 - 6 - oben - »3,168« statt »3,165«.

Seite 86 Zeile 14 von unten lies: »zu Hydroxyl zeigt, dass diese Silicate beträchtlich schwanken« statt »zu Hydroxyl, resp. das dieser beiden Silicate, schwankt beträchtlich«.

- 89 - 1 - oben lies: »(I. Typus...)« statt »(II. Typus ...)«.

- 90 - 15 - - - »2,05« statt »2,06«.

- 91 - 9 - unten - »0,591 : 1,458...« statt »0,591 : 0,458...«.

- 93 - 10 - oben - »$c : \delta$« statt »$c : e_5$«.

- 97 - 22 - - - »stimmen in keinem einzigen Falle ...« statt »stimmen nicht in irgend einer einfachen Weise ...«.

- 114 - 8 - unten - »Einsprenglingen von Feldspathkrystallen« statt »Feldspathkrystallen«.

- 115 - 8 - oben - »59° 55'« statt »59° 35'«.

- 117 - 10 - - - »43° 1'« statt »42° 1'«.

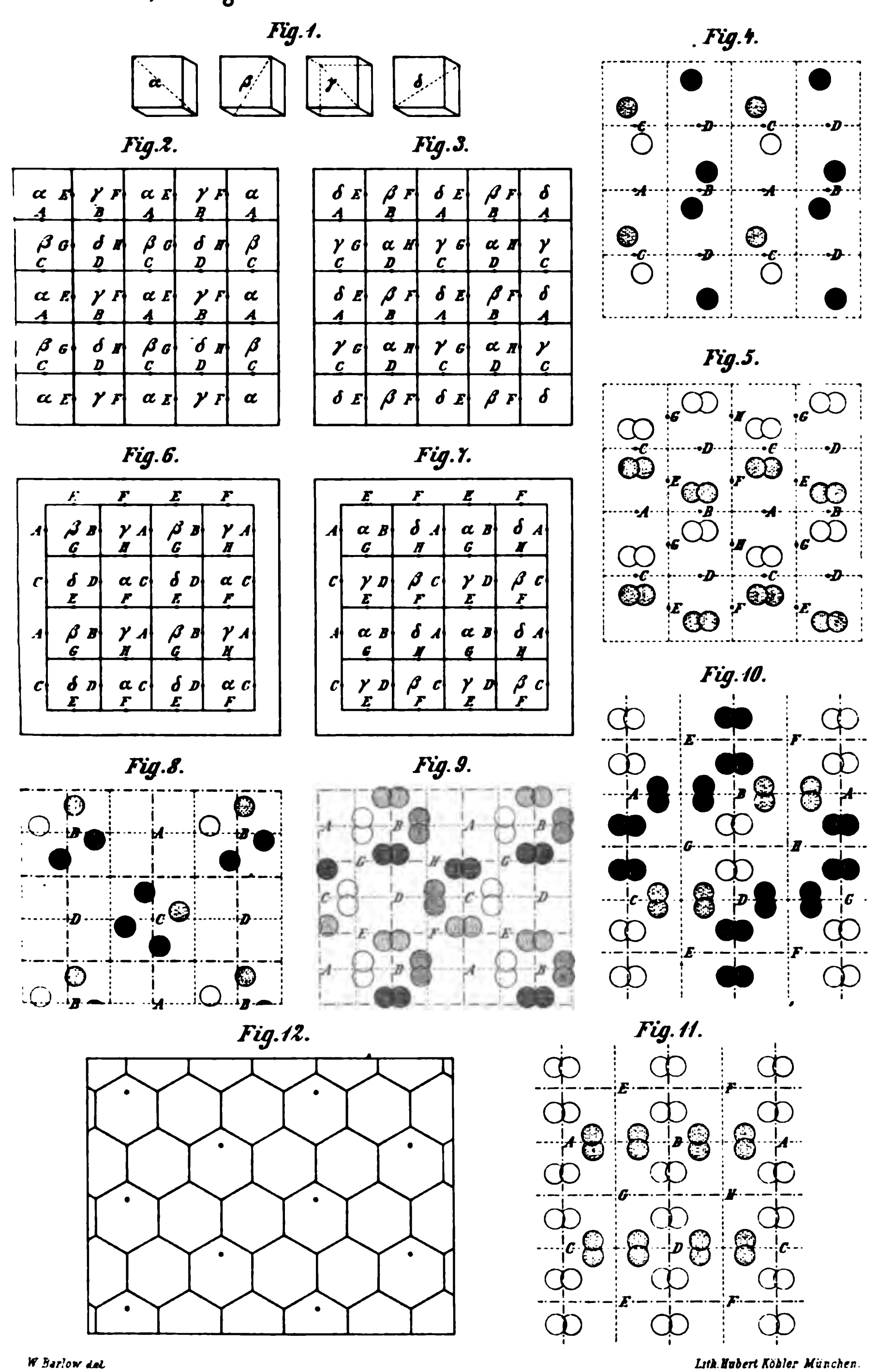
- 123 - 14 - - - »102° 25'« statt »102° 55'«.

- 123 - 17 - unten - »$p\{111\}—P$« statt »$p\{111\}P$«.

- 126 - 20 - - - »zu den zwei Mittellinien« statt »zu den Mittellinien«.

- 127 - 13 - - ergänze: $e\{802\}$.

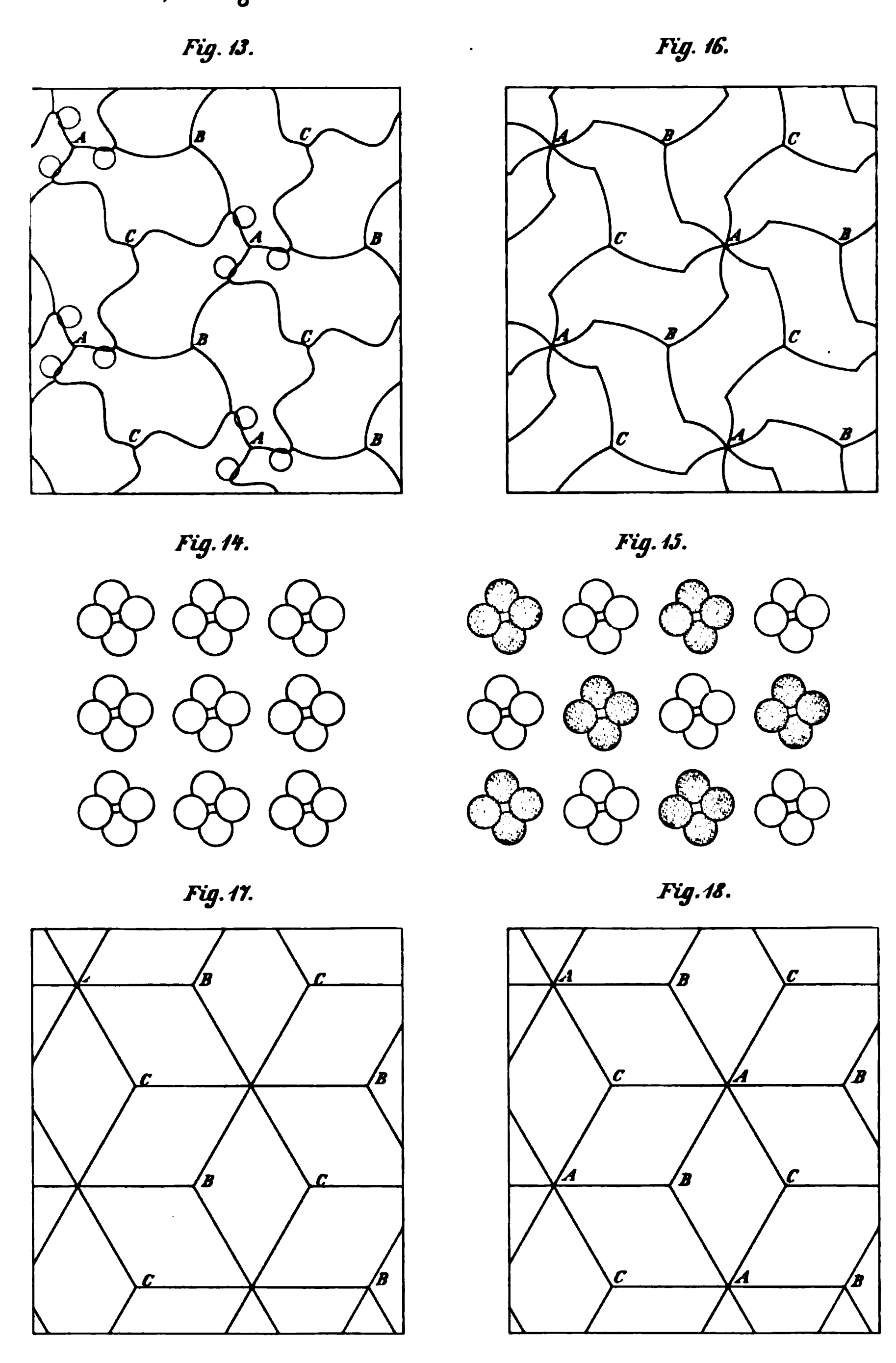
Druck von Breitkopf & Härtel in Leipzig.




W Barlow del.

Lith. Hubert Köhler München.






W Barlow del. Lith Hubert Köhler München



Fig. 1.

Fig. 2.

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

Fig. 6.

Fig. 7.

Fig. 8.

Fig. 9.

Fig. 10.

Fig. 11.

Fig. 12.

Fig. 13.

Fig. 14.

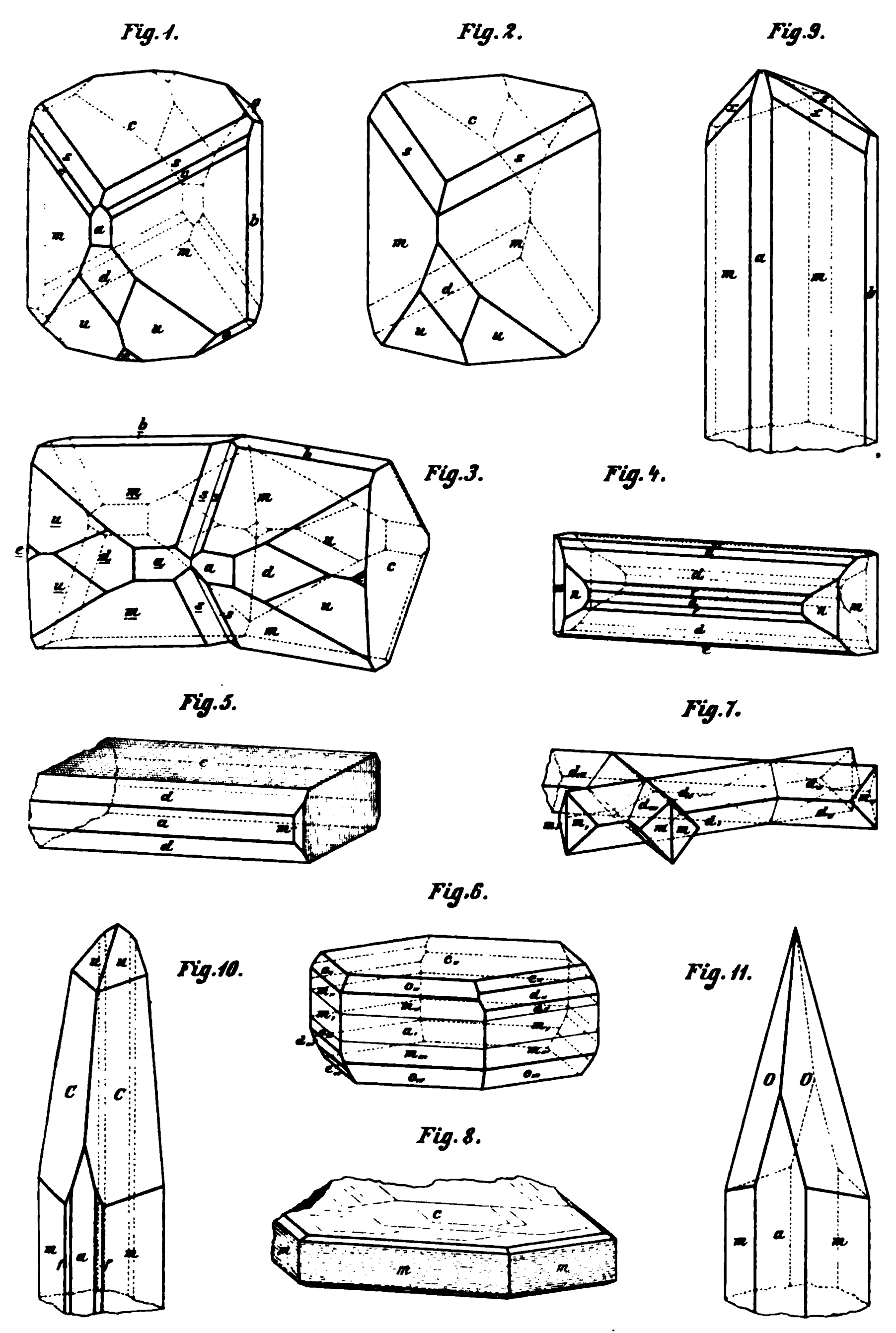
Fig. 15.

Fig. 16.

V. Goldschmidt del.

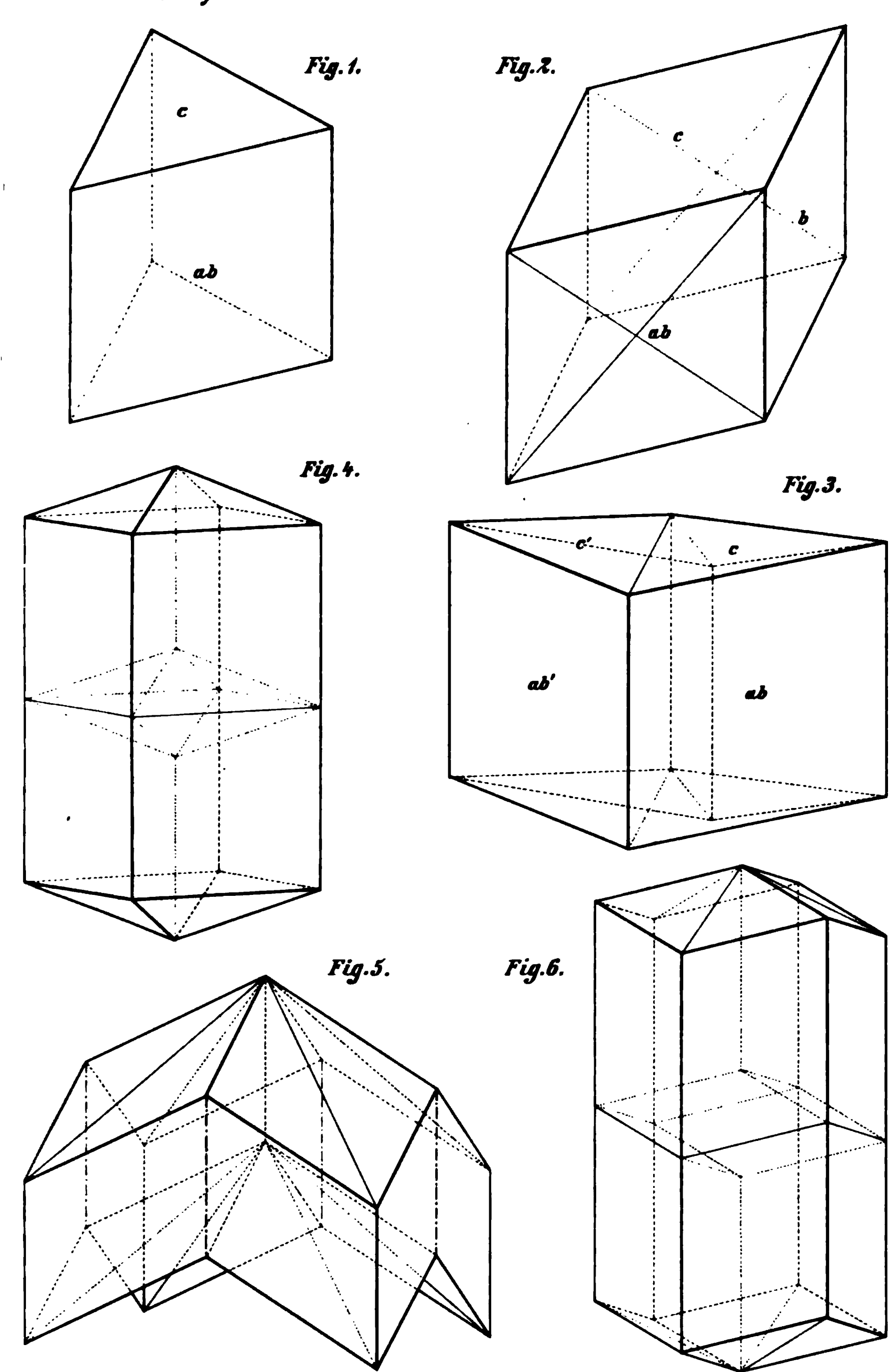
Lith. Hubert Köhler München






1-3 Neptunit, 4-7 Epididymit, 8 Katapleit, 9-11 Aegerin.

G. Flink del. Lith. Hubert Köhler München.




F. J. Wiik del.

Lith. Hubert Köhler München.

Fig. 1.

Fig. 2.

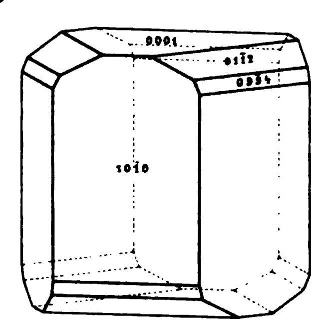



Fig. 3.

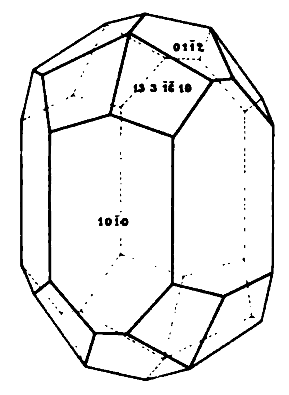



Fig. 4.

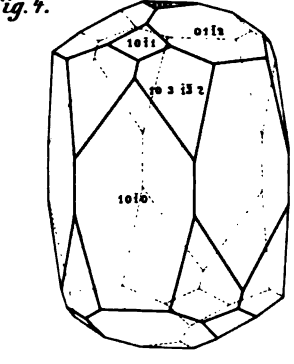



Fig. 5.

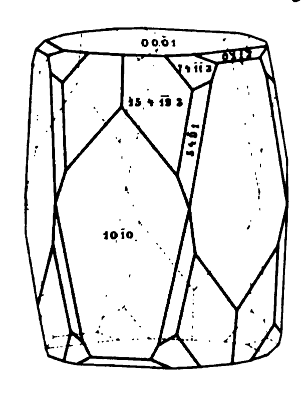
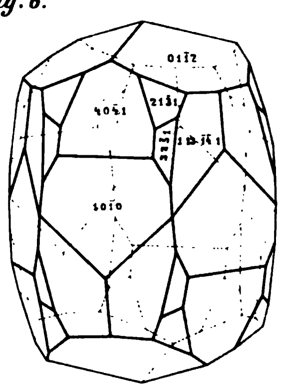
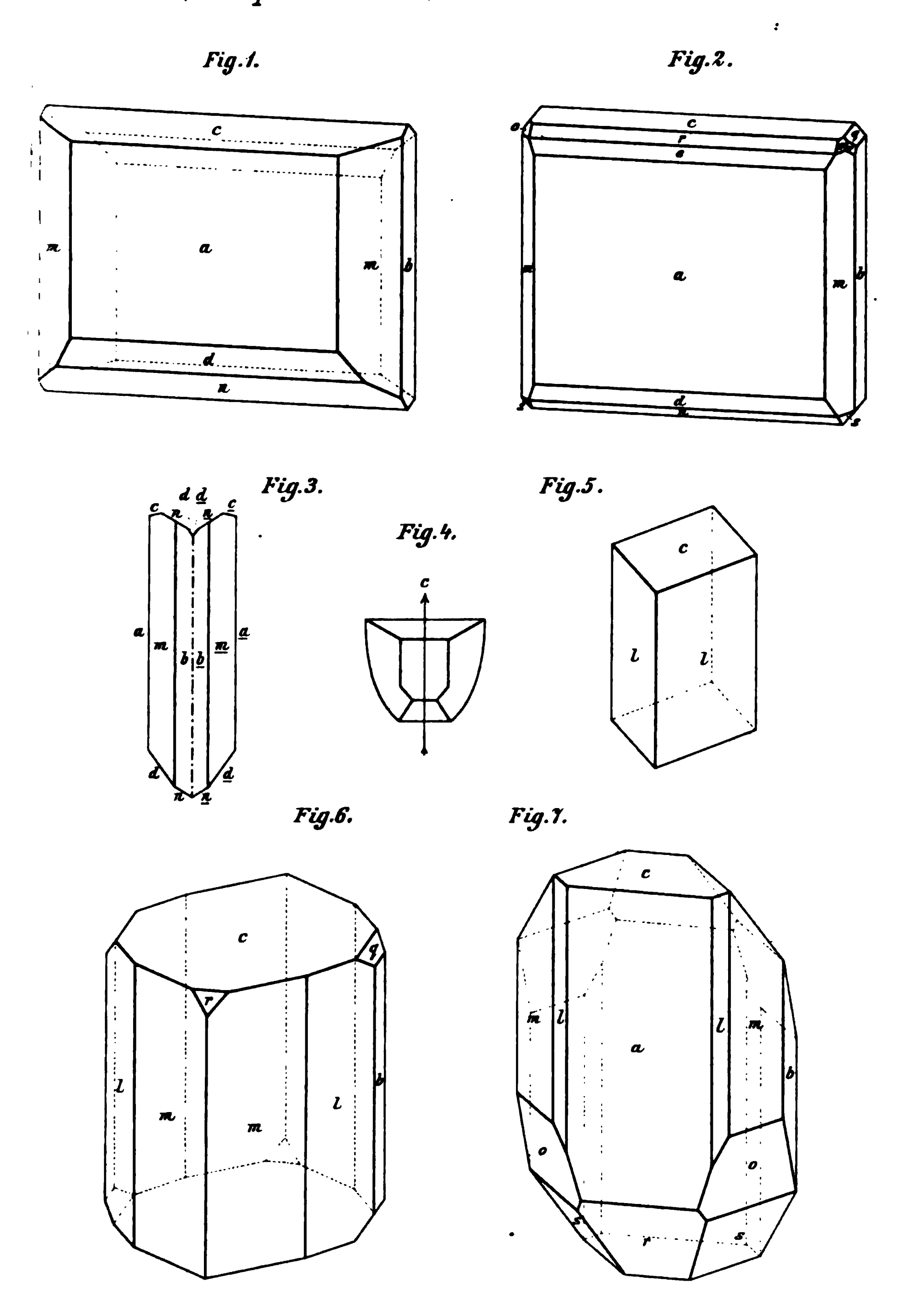



Fig. 6.




F. Sansoni del. Lith. Hubert Köhler München.






A Osann del.

Lith Hubert Köhler München

